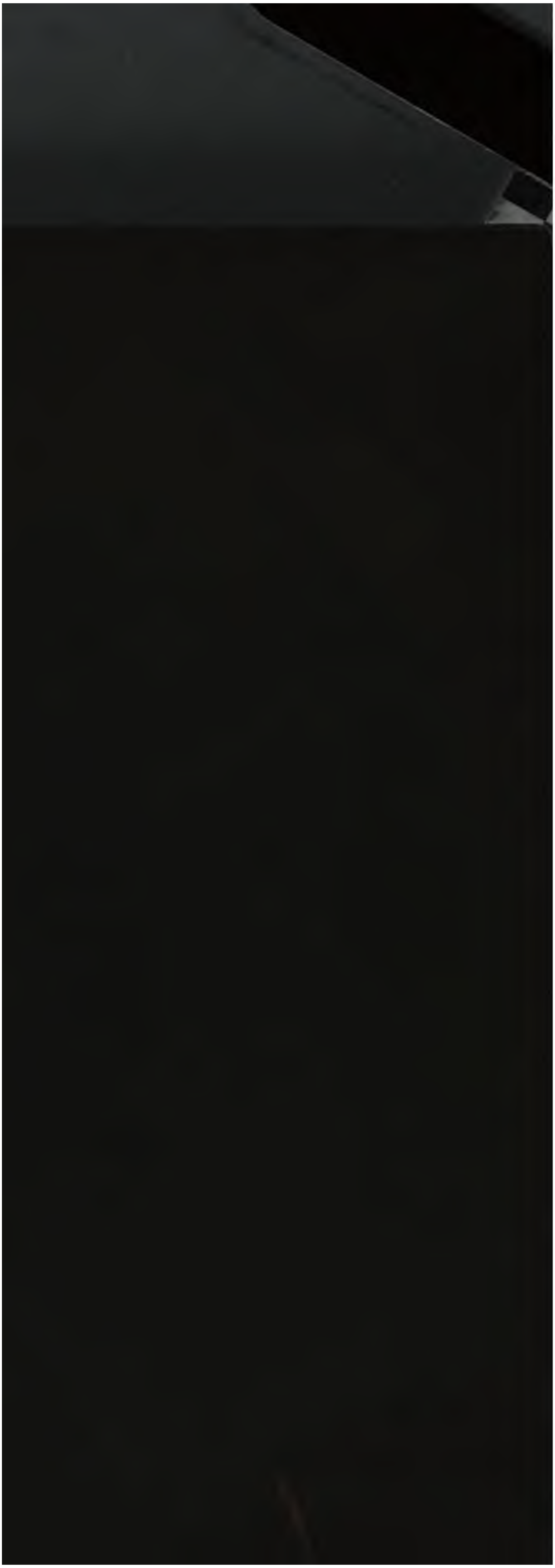


DISPUTATIO PHYSICA INAUGURALIS

DE

CALORE TELLURIS

INFRA SUPERFICIEM AUGESCENTE,

QUAM,

FAVENTE SUMMO NUMINE,

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI

J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK,

MED. ET ART. OBST. DOCT. ET PROF. ORD.

NEC NON

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU

ET

NOBILISSIMI ORDINIS MATHESEOS ET PHILOSOPHIAE NATURALIS DECRETO,

PRO GRADU MAGISTERII ET DOCTORATUS

SUMMISQUE IN MATHESI ET PHILOSOPHIA NATURALI HONORIBUS AC PRIVILEGIIS,

IN ACADEMIA RHENO-TRAJECTINA,

ALTERIS SAECULARIBUS ACADEMIAE CONCELEBRANDIS,

MORE MAJORUM

CONSEQUENDIS

PUBLICO ET SOLEMNI EXAMINI SUBMITTIT

AGNITES VROLIK,

AMSTELODAMENSIS,

DIE VIII M. JUNII, A. MDCCCXXXVI, HORA II.

AMSTELODAMI

APUD J. MÜLLER ET SOCIUM.

MDCCCXXXVI.

EX OFFICINA TYPOGRAPHICA C. A. SPIN.

VIRIS CLARISSIMIS,

GERARDO VROLIK,

MED. DOCT. IN ATHEN. ILL. AMSTEL. PROFESSORI ORDINARIO, ORDINI EQUESTRI LEONIS BELGICI ADSCRIPTO, INSTITUTI REGII ARTIUM DOCTRINARUMQUE PRIMAE CLASSIS AB ACTIS PERPETUO, LUTHERANORUM SEMINARII CURATORI, COLLEGII AD CURANDAS RES MEDICAS IN PROVINCIAE HOLLANDIAE PARTE SEPTENTRIONALI PRAESIDI, MULTISQUE SOCIETATIBUS DOCTRINARUM ARTIUMQUE COLENDARUM ADSCRIPTO, CAET.

PATRI SUMMA REVERENTIA SEMPER COLENDO

ET

GUILIELMO VROLIK,

MED. DOCT. IN ATHEN. ILL. AMSTEL. ET IN SCHOLA CLINICA PROFESSORI ORDINARIO, ORDINI EQUESTRI MILITARI GUILIELMI ADSCRIPTO, SCHOLARUM INSTITUENDIS PAUPERIBUS AMSTELODAMENSIUM CURATORI, PRIMAE CLASSIS INSTITUTI REGII, ACADEMIAE REGIAE PICTURAE, MULTARUMQUE ALIARUM SOCIETATUM ARTIUM DOCTRINARUMQUE COLENDARUM SOCIO, CAET.

FRATRI DILECTISSIMO

HOC QUALECUNQUE OPUSCULUM

D. D. D.

Auctor.

PRAEFATIO.

Speciminibus Academicis fere omnibus quum hoc commune esse soleat, ut auctor pauca quaedam de se ipso praemoneat, mihi quoque hac consuetudine standum esse, meis e rationibus duxi. Erit enim qui, perlecto nostrae dissertationis titulo, scriptori in argumento tam levi versato, doctoratus honores eosque more majorum capessendos patuisse miretur. Ipse autem dicere vix possem, quanti gaudii metusque vicissitudine propter hanc ipsam »moris majorum" commemorationem fluctuaverit animus. Nam quamvis benevolentiam, quam ea mihi re ostendebat facultas Matheseos et Philosophiae Naturalis merito magni facerem, verebar tamen ne cupidius talem honorem arripuisse quam digne tueri posse viderer. Accedebat et hoc, quod commilitonum carissimorum votis jam pridem, honestum quidem verum etiam difficile munus cum aliis tum et mihi mandatum esset, curandi ea, quae ad altera Academiae Saecularia solemniter splendideque concelebranda, facere decreverant. Duplex ille honos et a viris clarissimis et a commilitonibus spectatissimis in me collatus, nunc etiam duplici pondere humeros opprimit, ita ut magno afficiar metu, ne bonam utrorumque de me spem turpiter destituam.

Duplex ille quo obruebar labor effecit, ut consilium quod initio ceperam, conscribendi dissertationem de Calore Telluris Interno *perficere non possem. Itaque unum tantum gravis illius quaestionis Caput pertractare potui. Hinc*

specimini titulum inscripsi de Calore telluris infra superficiem augescente. *Quum tamen praeceptoribus hoc debitum esse sentiam, ut me haud prorsus indignum beneficii in me collati ostendam, in animo est alteram Dissertationis partem huic priori adjicere, quam primum rerum mearum temporisque ratio illud permittat. Te autem, Lector Benevole, judicium tuum tamdiu cohibere precor, donec tota in lucem prodierit Dissertatio.*

Antequam vero huic praefationi finem imponam, dulce mihi incumbit officium, gratias agendi praeceptoribus aestumatissimis. Magno autem exsultat animus gaudio, quod tu illis praeceptoribus annumerandus sis, CARISSIME PATER! *Tu enim a tenera inde aetate animum meum finxisti non tantum praeceptis et consiliis, inprimis verum exemplo tuo: tu mihi viam indicasti, qua non tantum honeste vitam transigere, verum etiam in naturae investigationem omnem mentis aciem intendere possem. »Vetat tua modestia vel ipsa, quam pectori infixam habeo, tui re»verentia, ne in publica hac praefatione, tuas efferam laudes. Tacere tamen ne»queo, me tui nominis celebritate ita commoveri, ut licet similem numquam vel »adepturum esse sentiam illa tamen tamquam vehementissimo stimulo impellar, »ad omnes animi, omnes ingenii vires impendendum, ut talis patris haud pror»sus indignum filium me referam."*

Haecce dilectissimi fratris GUILIELMI *verba mea facere haud dubitavi, quamvis bene sentiam, quod huic convenit, haud me decere: ille enim vestigia tua presse secutus est: ego hucusque nihil, quo me, tanto patre dignum filium ostenderem, effeci.*

Te et hic compellare, carissime frater GUILIELME! *gestit animus. Lectionibus vero tuis publicis quamquam non interfui, nihilominus tamen et te praeceptoris loco habere soleo. Tu enim et annis et doctrinae praestantia et fraterna caritate praecellens, ad naturae scrutationem, quae juxta religionem »Sola potest »facere ac servare beatum" mentem meam conformasti. Perge, etiam atque etiam*

quaeso, perge mihi largiri amorem quo me semper amplexus es. Tuis vestigiis aliquando ita inhaereat filius tuus, quemadmodum tu parentem illum nostrum secutus es. Mihi vero si desint vires ut et patri clarissimo et tibi fratri parem me aut secundum praestem, hoc tamen pro certo habeas, me semper et te et totam familiam tuam amore prosecuturum esse.

Quamvis te, Clarissime JACOBE VAN HALL! *fratrem appellare fata non amplius sinant, ea tamen semper nos amicitia conjungat, quam laeto aliquando omine junximus, parum eheu! praevidentes, quam mox dirissima fati acerbitas tibi uxorem, mihi sororem auferret.*

Praeceptorum, quorum lectionibus interesse mihi in Athenaeo Amstelodamensi contigit, memoriam repetens, primum tu mihi te offers, Vir Clarissime VAN LENNEP! *Te quum appello, utrum magis tuarum lectionum praestantiam nominisque celebritatem suspiciam an vero singularem tuam benevolentiam, qua me privatis tuis institutionibus interesse voluisti, laudem, nescio. Grata mente repeto comitatem illam qua tu me quotiescunque te adirem excipere solebas, ita ut tuo exemplo egregie perspicerem quam disciplina litterarum humanitatis officia arcto secum vinculo nexa habeat.*

Ingentem vero dolorem renovat vestra cogitatio VAN DER BOON MESCH *et* VAN CAPPELLE! *quos etsi vivos compellare non liceat, nominare tamen jubet pietas. Neque enim talium praeceptorum merita ex memori discipulorum mente excidere facile possunt. Quemque frustra in clarissimorum magistrorum ordine requiro, Clarissime* VOUTE! *tibi quoque maximas me gratias debere optime sentio: primus enim mihi auctor exstitisti ut, missis aliis studiis, solis disciplinis Physicis et Mathematicis animum applicarem.*

At vero non tantum in Athenaeo Illustri Amstelodamensium, sed inprimis in Academia Rheno-Trajectina, praeceptoribus aestumatissimis gratiae agendae sunt.

Primum ad te me converto Celeberrime MOLL, *Promotor aestumatissime! Quo animo olim in te avus meus maternus, summus* SWINDENIUS *fuerat, eodem tu hujus viri nepotem excepisti: quamquam illius beneficia laetissimo haud caruerunt successu, nam in te vidit discipulum, cujus nomen non tantum in patria verum etiam apud exteros egregie inclaruit, tuus autem discipulus nulla tibi in re similis sit, praeter gratum erga praeceptorem animum.*

Non minores et tibi gratias debeo, Clarissime VAN REES! *cujus lectionibus non tantum, vero etiam privata consuetudine frui, mihi per totum, quod Trajecti ad Rhenum degi, tempus licuit. Tu autem praeceptis, monitis, libris tuis me adjuvare, pro singulari humanitate tua, numquam denegasti, ita ut totam tuam vitam soli discipulorum utilitati dicare videaris. Tu autem eadem benevolentia, quam mihi haud merenti tam saepe ostendisti, mihi adesse nunquam desinas.*

Vos etiam, praeceptores aestumatissimi, SCHRÖDER, KOPS *et* VAN LIDTH DE JEUDE *et tu inprimis Clarissime* N. C. DE FREMERY! *vos omnes, accipite gratias meas tum propter egregiam institutionem tum propter summam vestram erga me bonitatem.*

Vos denique amici dilectissimi, commilitones spectatissimi, hoc pro certo habetote, nullam diem unquam deleturam esse, amicitiae vestrae suavissimam recordationem. Quo autem me fata ferant sive in patria nostra sive apud exteros, semper annorum vobis cum transactorum memor ero, semper vos quasi coram et ante oculos habebo. Vos autem et me cogitetis velim, dierumque quos conjuncti in alma Musarum sede peregimus, numquam obliviscamini.

INTROITUS.

> De toutes les questions scientifiques, qui ont été agitées depuis quelques années, une des plus curieuses est certainement la question de savoir, si le globe terrestre conserve encore quelques traces de sa *chaleur d'origine*.
>
> ARAGO.

Quandoquidem haec est natura hominis, ut quotidie in sermone familiari de temperatura aëris quaerere soleat, mirari non debemus, tandem cogitationem subiisse ejus mentem inquirendi de actione, quam vicissitudines hujus aëris in solum, quod inhabitet, exerceant. Experimenta idcirco instituta fuerunt, ut inveniretur, quousque vis variationum diurnarum temperaturae conspici posset. Viri docti hanc rem accuratius indagandam censuerunt, variumque eventum obtinuerunt. Nec mirum. Pendet enim praecipue haec actio a solo, quod investigetur. Quod quidem si constet ex arena aliaque materie non arcte cohaerente, aëris variationes multo citius et melius in id penetrabunt, inprimis propter faciliorem aditum aquae pluvialis et nivalis, quam in saxum solidum. Inde forte factum est, ut quum MUNCKIUS (1) dicat variationes diurnas attingere profunditatem 0,5 metri, et ad distantiam unius metri a superficie soli non amplius observari, e contra FOURIERIUS (2) harum variationum limites in altitudine 3 metrorum statuat.

(1) *Gehler's Physik. Wörterbuch* III. p 988.

(2) *Fourier Théorie de la chaleur préf. V.*

Enimvero non tantum variationes diurnae, sed etiam annuae, in quadam altitudine infra soli superficiem reperiuntur, sive aliis verbis, ibi maximae minimaeque temperaturae obtinent, semestri spatio postquam in superficie observatae fuerint. Ita SAUSSURIUS (1) quum apparatum confici curasset, quo temperaturas, in variis altitudinibus usque ad 10 metra, infra soli superficiem, observaret, invenit in hac profunditate, maximum calorem indicari tempore solstitii hiemalis, maximum frigus solstitii aestivi. Variatio inter hos limites fuit 1°5, secundum scalam centigradam. Addit SAUSSURIUS, thermometra inter locum illum profundissimum et superficiem interposita indicavisse, hanc differentiam temperaturae tribuendam esse tarditati, qua temperatura superficiei, per distantiam 10 metrorum conducatur.

MUNCKIUS similiter variationis annuae limitem statuit in altitudine 10 metrorum. At FOURIERIUS monet (2), variationes annuas, non amplius observari in profunditate, quae superet 60 metra. Sed ultra hos limites variationis annuae altius infra soli superficiem progredientes, pervenimus tandem in locos, ubi constans temperatura per totum annum apparet. Haec constans temperatura, prima observata fuit a CASSINI (3) anno 1671, in cellis subterraneis (*caves*) observatorii Parisiensis. Eamdem observavit LA HIRE eodem loco, anno 1730. Comes DE CASSINI (IV) perspecto hujus phaenomeni momento, instituit anno 1771 series quasdam observationum, quibus illud ulterius indagaret. Anno denique 1783, juvante LAVOISERIO, apparatum confici curavit in cellis observatorii, ut earum temperatura semper observari posset. Constabat ille apparatus thermometro a LAVOISERIO confecto, cujus bulbus continebatur balneo arenae. Servatus autem et refectus fuit a BOU-

(1) *De Saussure Voyages dans les Alpes*, § 1423.

(2) *Fourier l. l.*

(3) *Pouillet Élém. de Phys.* IV, p. 639.

VARD ac per 32 annos fere constantem indicavit temperaturam, quae tantum 0°,25 infra vel supra 11°82 variavit. Thermometrum hoc depositum est 28 metris infra soli superficiem.

Anno 1817 ei additum fuit alterum accuratissime a GAY-LUSSACIO confectum: hoc observatum est a die 1 Julii, ejusdem anni, ad nostra usque tempora. POISSONUS (1) has observationes in 4 series distinxit, quarum definivit temperaturas medias, uti sequitur;

			Temp. media
I. Series.	A d. 1° Julii 1817 ad 16 Junii 1820.	(72 observ.)	11°730.
II. Series.	A d. 1° Julii 1820 ad 16 Febr. 1826.	(134 observ.)	11°801.
III. Series.	A d. 1° Martii 1826 ad 16 Oct. 1828.	(55 observ.)	11°857.
IV. Series.	A d. 1° Nov. 1828 ad 18 Jan. 1835.	(91 observ.)	11°950.

In his observationibus per 17 annos et dimidium continuatis, incrementum quoddam temperaturae apparere videtur; haud confundendum illud cum variationibus annuis. POISSONUS censet hoc incrementum explicari posse e calore solari, quae variis annis, etiam varia quantitate in telluris superficiem penetrat. Ut igitur omnis vitetur error, sumenda est media e variis temperaturis, magno annorum numero observatis. Ita invenietur pro temperatura media cellarum observatorii Parisiensis, his temporibus, 11,834.

Talis constans temperatura fuit praeterea observata in aliis locis subterraneis. Ita e. g. multi viri docti invenerunt in cavis montis St. Petri, prope Trajectum ad Mosam, constantem temperaturam 9°. SAUSSURIUS, HUMBOLDTIUS aliique naturae scrutatores illustrissimi, talem constantem temperaturam in multis cavernis observarunt.

---

(1) *Poisson Théorie de la chaleur*, p. 411.

In genere ergo statuere possumus: »Si verticaliter in externam telluris nostrae »crustam penetremus, primum inventum iri limitem variationis temperaturae di- »urnae, deinceps annuae, post hujus limitem constantem temperaturam."

Hi loci tamen constantis temperaturae non inveniuntur ubivis eadem distantia a superficie soli, neque eadem temperatura praediti sunt: quod ex sequente contemplatione etiam melius apparebit.

Radii solares in corpus quoddam incidentes promovent in eo calorem (1). Quantitas caloris ita excitati erit in ratione quantitatis radiorum in corpus agentium. Pro diversis igitur telluris nostrae partibus, haec quantitas eo major erit, quo magis verticaliter radii solares in eas cadant, sive, quo major sit sinus anguli incidentiae. Hic angulus incidentiae mediae (i. e. quo incidant radii solares tempore aequinoctiorum,) est complementum latitudinis loci. Vis radiorum solarium erit igitur pro quacunque regione, in ratione cosinûs latitudinis. Est ergo maxima in aequatore, fere nulla in polis: in his igitur regionibus paucissima caloris vestigia cernerentur, si radii solares, tantum ea ratione quam indicaverimus, in tellurem nostram agerent.

At vero calor, magnum illud principium vitale, singulari quadam proprietate a Summo Numine praeditus est, quam mirari satis non possumus, illam significo, qua, calor luminosus facilius per media diaphana *transmittatur*, quam opacus, contra in hac conditione, facilius *conducatur*. Quid igitur obtinet? Calor solaris luminosus, maxima vi in regiones tropicas agens, ibi etiam maxima copia absorbetur: fit opacus. Exigua tantum quantitas reflectitur: major conducitur, nimirum duabus directionibus et secundum verticalem versus telluris centrum et secundum directionem huic verticali perpendicularem. Posterior

(1) *d'Aubuisson de Voisins Traité de géognosie*, I. p. 438.

pars necessario ab aequatore, ubi summa caloris quantitas, versus polos, ubi fere nulla, conducitur.

Hinc fit, ut neque regiones tropicae nimio calore neque arcticae nimio frigore, habitationi hominum ineptae sint. Calor hic postquam ita per aliquot saecula ab aequatore versus polos conductus fuisset, temperatura crustae externae necessario aucta et, ut ita dicam, calore saturata est. Hinc unusquisque locus propriam sibi acquisivit temperaturam, pro variis latitudinibus variam.

Actio solaris annua non auget neque minuit hanc mediam soli temperaturam. Nam quantum caloris acceperit quilibet locus tempore aestivo tantum rursus tempore hiemali amittet. Et si forte aliquo anno plus caloris acceperit quam alio, post aliquot annos eadem temperatura media rursus observabitur (1).

Caeterum hic monendum censeo, me in hac disquisitione nullam rationem habuisse, causarum illarum, quae aequilibrium temperaturae quotidie turbant, quales sunt, ventus, pluvia, nix, nebulae aliaque meteora. Hae enim causae temperaturam annuam mediam non turbant: praesertim si non unius, sed multorum annorum media sumatur temperatura.

Tempore historico temperaturam mediam non auctam vel minutam esse, apparet e dissertationibus ARAGONIS (2) et inprimis e docta disquisitione LA PLACII (3) qua ostendit diem, ab HIPPARCHI inde temporibus, non centesima minuti secundi parte, mutatum esse. Quod certe obtinuisset, si temperatura media annua post illa tempora aucta vel imminuta esset, nam ex mutata temperatura etiam volumen telluris varium evaderet, quo mutato rotatio turbaretur et hinc diei duratio.

Cernimus ergo causam, cur omnes loci constantis temperaturae, non eadem

---

(1) *D'Aubuisson l. l. et Pouillet Elém. de Phys.* IV. p. 701.

(2) *Ann. Ch. et Phys.* XXVII. p. 407 *et Annuaire du Bureau des Longitudes.* 1834 p. 171.

(3) *Journal de Physique*, XC. p. 403.

praediti sint; haec enim pendet a latitudine loci. Diximus etiam, hos locos non aeque distare a soli superficie; illud pendet ab eadem causa. Quo major enim latitudo eo majores sunt amplitudines variationum temperaturae: et quo majores hae evadant, eo profundius variationes in telluris superficiem penetrare videntur. Boussingault (1) affirmat in regionibus tropicis jam constantem temperaturam inveniri, in altitudine unius pedis, infra soli superficiem; contra in regionibus nostris fere usque ad 30 metra penetrare debemus.

Omnes hi loci constituunt ***stratum constantis temperaturae***, quod Galli vocant *couche invariable*. Bischof (2) dicit, omnes hos locos componere sphaeroïdem, quae distat, sub aequatore, uno pede a superficie, sed pro majore latitudine, altius in terram penetrat, quae ergo magis depressa est prope polos quam tellus nostra. Attamen potius assentirem Pouilleto (3) dicenti, stratum constantis temperaturae, non regulariter curvum esse, sed multis sinubus conspicuum.

Magni profecto foret pretii, accurate definire pro quacumque regione distantiam a superficie et temperaturam hujus strati.

Caeterum, quum hujus strati temperatura saepe pro media regionis habeatur, monendum hic est, temperaturam mediam aëris, in plerisque locis a temperatura strati illius, diversam esse. Ita e. g. temperatura media aëris Lutetiae Parisiorum, invenitur 10°6. Cellarum Observatorii 11°83: atque idem invenit Reichius (ut infra videbimus), secundum quem temperatura media annua aëris in montibus Saxoniae est 9°27; soli vero 10°22.

Vidimus ita duplicem actionem radiorum solarium in telluris superficiem; unam perennem et immutabilem, e qua temperatura strati constantis originem

(1) *Poggendorf Ann.* XXXV. pag. 209.

(2) Ibid. pag. 215.

(3) *Élém. de Phys.* IV. pag. 641.

ducit, alteram variabilem, qua limites variationis diurnae et annuae constituuntur. Nunc vero videamus, quid infra stratum illud constantis temperaturae obtineat, vel potius audiamus de hac re disserentem summum nostrum BOERHAAVIUM (1); »Constitit enim per observationes," ait, »quod in profundissimis telluris effossae »fodinis, aut et in altissimis puteïs, perveniatur primo ad loca, in quibus num- »quam aqua conglaciatur, sed calor fere idem *perpetuo*, *nec mutatus* persistit. Ut »clarissimi Academici Parisini, in puteo Observatorii notaverunt dudum. Ubi »vero deinde magis inferiora versus descenditur, calor oriri incipit, sensim cum »altiore profunditate magis increscens magisque, donec tandem adeo suffocante »aestu increscat, ut, nisi aquae labentis frigore ventiletur, et aura inde nata, fos- »sores opprimat."

Num hic calor quoque explicari potest ex actione radiorum solarium? Hoc negant viri docti (2). Quaenam ergo est ejus causa? BOERHAAVIUS illam vocavit, *ignem subterraneum*. Recentiores hanc denominationem rejecerunt, quum demonstratum fuerit in spatio incluso combustionem locum habere non posse: et causam caloris illius crescentis vocarunt *calorem centralem*.

Qui hanc nempe hypothesem defendunt, statuunt planetam nostrum primo incanduisse, ita ut totus fluidus esset, et quum frigefieret, ejus superficiem primam solidam factam esse, unde crusta illa oriretur, quam nunc habitemus, internam vero partem fluidam mansisse. Pro hac liquiditate primitiva ignea, pugnarunt inprimis CARTESIUS et BUFFONUS.

Haec hypothesis, quam recentiores physici vicissim amplexi sunt et damnarunt, videbatur mihi, suadente praeceptore aestumatissimo, opportunum disserta-

---

(1) H. BOERHAAVE, *Elem. Chemiae* I. pag. 479.

(2) *D'Aubuisson* l. l. pag. 442.

tionis argumentum. At proh dolor! illud ita pertractare, ut in mente erat, vetuit temporis angustia. Itaque de uno tantum, magnae illius quaestionis argumento, in hoc libello agam, nempe de *calore infra telluris superficiem crescente.* Exponam primum ex ordine praecipuas observationes, spectantes temperaturam fodinarum atque fontium, e puteïs foratis, profluentium. Deinceps considerabo, quid contra ipsas observationes argui possit et quomodo hae objectiones refellantur, postremo denique loco, quid ex iis quoad calorem centralem concludere liceat, reputaturus.

Si forte quis hanc inspiciat dissertationem (PERSII enim mihi saepe ante oculos versatur illud: »Quis leget haec?" ... »Nemo Hercule!"), videbit etiam et ad illam pertinere effatum viri celeberrimi SWINDENII (1) dicentis: »omnium instru- »mentorum in disciplinis physicis adhibitorum nullum tam frequens occurrere, »quam thermometrum." Nam forte nullam inveniet paginam, in qua thermometri non fiat mentio. Descriptionem dare hujus instrumenti noti omnibus hominibus, non dicam doctis sed cultis, foret plane supervacaneum. Monendum tamen censeo me omnes divisiones thermometri semper ad centigradam reduxisse, sicuti omnes mensuras ad metra.

Quum autem haud exigua hujus dissertationis pars versetur in commemorandis fodinarum temperaturis, forte a re non alienum erit pauca de illis praemonere.

Adsunt in fere omnibus regionibus saxosis pleraeque fissurae, quae continent res, quas homines sibi comparare cupiunt, quales sunt lithantraces, metalla, caetera. Hae tamen fissurae non semper in superficie soli apparent; haud raro earum praesentiam indigenae tantum suspicantur et non nisi magnis impensis detegunt.

(1) *J. H. van Swinden, Comparaison des Thermomètres* V.

Talis fissura dicitur *vena* a GEORGIO AGRICOLA, e cujus opere *de Re Metallica* plerasque denominationes technicas, hîc obvias, desumsi. Varia directione, saepe plus minusve verticali, sitae sunt hae venae; ex iis expromere, quidquid ad quaestum utile contineant, propositum est eorum, qui fodinas explorant. Fodiunt idcirco complures *cuniculos* horizontales, qui saepe in initio tantum 0,7 metri parte lati et 2 metris alti sunt, sed prouti res postulat, postea latiores fiunt. Hos omnes cuniculos transit *puteus*, qui verticaliter foditur, et per quem materiae effossae versus soli superficiem tolluntur. Separantur cuniculi spatio 20 vel 60 metrorum; a puteo initium ducunt et nonnumquam ad 200 metra producuntur. Quando satis longe protracti sunt, saepe alter puteus foditur, inprimis ad promovendum aëris circuïtum. Interdum adsunt cuniculi, qui non a magnis puteïs initium ducant, sed minoribus puteïs cum aliis cuniculis conjuncti sint: hi parvi cuniculi dicuntur ab AGRICOLA *fossae latentes*.

Unusquisque operariorum habet plerumque suam candelam, cui fulcrum praebet nonnihil argillae, qua contra parietem cuniculi conglutinatur. In multis tamen fodinis utuntur lampadibus, etiam *Davyanis*. Operarii saepius dividuntur in tres catervas, quarum altera alteram post 8 horas excipit, ita ut opus numquam derelinquatur, excepto die Solis. Ad producendos cuniculos interdum adhibentur explosiones per pulverem nitratum.

Aliquando inveniuntur cuniculi plane sicci, sed plerumque madefiunt aquis, per *tecta* cuniculorum, guttatim stillantibus. Hae aquae confluunt plerumque versus receptacula, unde, ne operi impedimentum struant, antliis exhauriuntur.

Impendi saepe debent multae curae ad promovendum aëris circuitum sive *ventilationem*, inprimis aestate; nam hieme major circuitus semper observatur propter aërem frigidiorem, ideoque graviorem, per puteum descendentem. Cae-

terum compertum est directionem ventorum in aëre atmosphaerico magnam vim exercere in ventilationem regionum illarum subterranearum.

Et haec quidem in genere de fodinis; quid de earum temperatura observatum sit nunc videamus.

CAPUT PRIMUM.

OBSERVATIONES TEMPERATURAE CRESCENTIS INFRA TELLURIS SUPERFICIEM.

Dans tous les lieux où l'on a fait des observations au dessous de la couche invariable, on a trouvé, des températures qui vont en croissant avec la profondeur.

POUILLET.

Medio praecedente saeculo primae observationes institutae fuisse videntur de calore cum altitudine infra terrae superficiem crescente a GENSANIO, praefecto fodinis in Alsatia; ante quem tales observationes factas esse non inveni. Instituit autem GENSANIUS observationes suas, rogante MAIRANIO (1) qui ingeniosam de calore telluris interno proposuit hypothesem. Fodinae, quarum temperaturam observavit GENSANIUS, sitae sunt prope *Giromagny*, in vicinitate montis dicti *le Balon*, tribus milliariis a Befortio in Alta-Alsatia.

Observavit autem mense Decembri, anni 1744, thermometrum Reaumuri, quod in aëre indicabat 2°, jam statim in ostio fodinae ascendere ad 8°, sive, pro divisione centesima, a 2°,5 ad 10° auctam esse temperaturam.

Demissum thermometrum in altitudinem verticalem 101 metrorum, ostendit 12°5, et porro hoc ordine:

(1) *Dortous de Mairan sur la Glace.* Paris 1749 pag. 62.

in altitudine

101	metrorum,	temperatura erat	12°5	Centigr.
206	»	. . . .	13°1	»
308	»	. . . .	19°7	»
433	»	. . . .	22°7	»

Unde concludere possumus incrementum medium temperaturae 1° pro altitudine 30 metrorum.

Post GENSANIUM J. A. DE LUC observationes quasdam instituit de calore infimarum fodinarum partium. Hic enim (in descriptione, quam Reginae Magnae-Brittaniae obtulit (1), fodinarum, quae sunt prope Clausthal in Hanovera, et unde argentum, cuprum et plumbum hauriuntur,) scribit anno 1776 se descendisse in puteï fodinae *Dorotheae* fundum, qui distat 330 metris a superficie soli. In hoc fundo invenit temperaturam circa 12°8, quum temperatura aëris externi esset 8°.

Fundus puteï fodinae *Carolinae*, haud longe a priore distantis, ostendebat eodem die 15°, pro altitudine 333 metrorum infra soli superficiem. In extrema denique cuniculi (*galerie*) parte, in fodina *Sti. Benedicti*, DE LUC invenit temperaturam 16°. Ex alio loco descriptionis ejusdem fodinae (2) liquere videtur, hunc cuniculum jacere 278 metris infra superficiem soli. Temperaturam hanc cuniculi *Sti. Benedicti*, accuratiorem duabus prioribus habendam putarem, quippe non observatam in puteo, ubi semper major aëris circuitus deprehenditur.

Si jam ratio habeatur temperaturae externae 8°, ex observatione deducitur pro incremento temperaturae 1°, altitudo 35 metrorum. Quum tamen non dicat DE LUC quaenam sit temperatura annua media loci, haud magna fides hisce obser-

(1) *J. A. de Luc Lettres sur la terre et sur l'homme.* Paris et La Haye 1779. Tom. III. p. 317.

(2) Ibidem p. 329.

vationibus tribuenda est. Hoc etiam inde mihi patere videtur, quod cognatus idemque nomen gerens J. A. DE LUC (1) in disquisitione de calore telluris interno nullam harum observationum mentionum fecerit.

Temperaturae mediae annuae rationem non magis habuisse videtur BENSENBERGIUS (2) qui dicat, ex observationibus DE LUC deduci posse incrementum 1° pro altitudine 23 metrorum.

Caeterum tribuit DE LUC hoc incrementum caloris causis chemicis.

HUMBOLDTIUS (3) quoque unus e primis fuit, qui calorem fodinarum investigarent. Nam invenimus, illum magnam observationum seriem instituisse cum FREISLEBENO, de temperatura fodinarum Fribergensium, anno 1791. Invenit in fodinis dictis *Kühschacht* et *Seegen Gottes Herzog Augustus*, in altitudine 120 et 150 metrorum, temperaturam aëris fodinarum 13° et 14°8, quum temperatura aëris externi esset mense Januario 3° ad 4°. HUMBOLDTIUS existimavit, temperaturam mediam annuam Fribergae esse 7° ad 8°: unde deducitur incrementum 1° pro altitudine 20 ad 25 metrorum.

Jam ante HUMBOLDTIUM autem calor crescens cum altitudine infra superficiem terrae observatus fuerat a SAUSSURIO: quae observatio momentum singulare habet propterea, quod non facta sit eo proposito, ut calor centralis comprobaretur. Est nempe prope fodinas salinarias, quae sunt *Bexi*, in Helvetia, puteus effossus monente Barone DE BEUST, nobili Saxone, ad altitudinem 220 metrorum. Putavit enim hic, si profundius alveo fluminis Rhodani foderetur, tunc inventum iri quasi nucleum salis, unde venae omnes saliferae in montibus vicinis originem ducerent.

(1) *J. A. de Luc (neveu) De la chaleur intérieure de la Terre. Vid Biblioth. Univ.* Tom. XVIII p. 40.

(2) *J. F. Benzenberg, über die warmen Quellen in Aachen. Vid. Leonhard et Bronn. Jahrbuch für Geologie* caet. II pag. 2.

(3) *Ann. de Chimie et de Physique* XIII, pag. 210.

Jam vero quum ad tantam altitudinem penetraverant operarii, audiverunt fontem subterraneum satis propinquum. Praefecti operi, magno gaudio exsultantes, in puteum descenderunt, ut primi hunc fontem profluentem viderent... at, proh dolor! fons erat aquae dulcis. Monet HALLERUS, vix umquam institutum esse experimentum physicum, quod tanto constaret! — Postea tamen venae saliferae apparuerunt, se adeo tenues, ut tandem hic puteus plane relictus fuerit.

Hunc igitur puteum, qui dicebatur *le Creux du Bouillet*, adiit SAUSSURIUS, anno 1785 (1). Operarius, puteï custodiam gerens, affirmavit per trium mensium spatium, neminem in illum penetrasse. Descendit SAUSSURIUS usque ad fundum puteï: quo quum pervenisset, dimisit thermometrum in aquam salinam ibi congestam, et invenit ejus temperaturam esse 17°4. Dum hoc satis periculose tentaret, in eo fuit, ut ipse pene aqua ista salina submergeretur. In duobus cuniculis quoque temperaturam observavit: quorum alter distabat 183 metris a superficie soli; ibi temperatura aëris et aquae stagnantis erat 15°6. Alter situs erat 108 metris, infra superficiem soli ibique temperatura erat 14°4.

Altitudo erat igitur circiter 37 metrorum pro 1°. Vel si cum CORDIERIO admittamus, temperaturam mediam annuam BEXI, esse 9°, habebimus incrementum caloris 1°, pro incremento altitudinis 26,2 metrorum (2).

Quum SAUSSURIUS in Helvetiae lacubus aquam eo frigidiorem invenisset, quo profundius thermometrum in eam dimitteretur, hunc eventum miratus est. Tribuit idcirco incrementum temperaturae causis fortuïtis, nimirum monente centurione WILDIO (3), sulfuri et pyritis in illis montibus obviis. Quaenam tamen sit causa diversi eventûs observationum institutarum in lacubus et in fodinis, deinceps videbimus.

---

(1) *H. B. de Saussure Voyages dans les Alpes* § 1088.

(2) *L. Cordier Essai sur la Température de l'Intérieur de la Terre.* Mémoire de l'Institut VII, pag. 508.

(3) *de Saussure l. l.* § 1089.

Post SAUSSURIUM citandus est nobis AUBUISSONUS (1), qui multa experimenta instituit in fodinis plumbi et argenti, quae sunt prope Fribergam. Regio Fribergensis sita est in latere Septentrionali catenae montium, Saxoniam a Bohemia sejungentium, ad 51ᵐ gradum latitudinis Septentrionalis, 400 metris supra Oceani superficiem: temperatura media hujus regionis est 8°. Observationes AUBUISSONI institutae sunt mensibus Januario et Februario, anni 1802, quum temperatura aëris atmosphaerae esset $-2°$ ad $-4°$. Iteratae sunt mense Majo, quum temperatura aëris externi esset $+12°$. Caeterum monet AUBUISSONUS, in fodinis Fribergensibus, nullam observatam esse actionem chemicam nullumque motum intestinum materiarum metallicarum, ne in venis quidem pyritas continentibus, unde gigni posset incrementum temperaturae.

Fecit has observationes in 4 fodinis, quae his nominibus insigniuntur; *Beschert-Glück*, *Himmelfahrt*, *Kühschacht* et *Jung Hohebirke*.

Fodina *Kühschacht*, quae est profundissima Fribergae, pertinet ad 414 metra; ejus fundus jacet circiter 30 metris infra superficiem maris. Anno 1800 haec fodina submersa fuerat usque ad distantiam 70 metrorum a superficie soli. Anno 1802 aquae exhaustae fuerunt, ita ut earum superficies ad 300 metra infra soli superficiem descenderit. Quod supererat aquarum implevit excavationem aequalem spatio unius metri lato, 114 metrorum profundo. Thermometrum supra aquam suspensum, ostendit 15°; unius pedis altitudine infra ejus superficiem demissus, 16°,75.

In fundo fodinae *Jung Hohebirke* temperatura rursus observata est in aquis, infimas fodinae partes obruentibus, usque ad altitudinem 30 metrorum a fundo. Thermometrum ostendit ibi 17°, nec aliter in abdita cuniculi parte, aeque profunda, sed ab aquis satis remota.

---

(1) *J. F. d'Aubuisson de Voisins Traité de Géognosie*. Paris 1828. Tom. I. pag. 488.

Temperaturae 12°5 et 14°, in altitudinibus 220 et 260 metrorum, in fodina *Beschertglück*, observatae sunt in aquis ex saxo magna vi prosilientibus. Haec vis ostendit aquas magnum contactum habuisse cum parietibus canalium, per quos affluxerant, unde facile horum temperaturam assumere potuissent. Haec temperatura fuit eadem mensibus Januario et Majo. Quum tamen ex locis superioribus, id est frigidioribus, affluxisset aqua, probabile est etiam idcirco nonnihil frigefactos esse parietes: aquae ergo minorem temperaturam ostenderunt, quam conveniret loco, ubi observationes factae sunt. Quod etiam patuit ex aquis stagnantibus, quae in cuniculo, in altitudine 260 metrorum sito, ostenderunt 15°.

Summa observationum hac synopsi ab AUBUISSONO consignata est;

ALTITUDO VERTICALIS INFRA SOLI SUPERFICIEM.	NOMINA FODINARUM.			
	BESCHERT-GLÜCK.	HIMMEL-FAHRT.	KÜH-SCHACHT.	JUNG HOHEBIRKE.
metra.				
0	8°	8°	8°	8°
80	....	....	....	10°
100	....	10	....	10
120	10	....	....	11
160	....	....	....	12, 5
180	....	12, 5	....	....
200	....	....	....	14
220	12, 5	....	12, 5	....
240	....	14	....	15
260	14 et 15	14, 5	14	....
280	....	....	....	16
300	15, 5	....	15 et 16	....
320	....	....	....	17

Ex hisce observationibus AUBUISSONUS conclusit: »In fodinis Fribergensibus »temperaturam augeri cum altitudine infra superficiem soli, et nimirum capere »incrementum 8° pro altitudine 300 metrorum." Incrementum medium est igitur 1° pro altitudine 37 metrorum.

Post AUBUISSONUM temperatura fodinarum Fribergensium sedulo observata fuit, cura praefecti fodinis TREBRAE (1). Dicit TREBRA, quum in profundas fodinas descendisset, se jam statim, perceptione sensus, animadvertisse incrementum temperaturae. Deinceps hoc confirmatum fuisse testatur, temperaturâ aquae, ex interioribus saxis profluentis, qua operarii hieme utebantur, ut caverent, ne glacies rotis machinarum hydraulicarum, impedimentum strueret. Observationibus autem thermometricis haec caloris phaenomena ulterius sibi indaganda proposuit.

Idcirco anno 1805, duobus usus est thermometris, quae latiore tubo vitreo inclusa erant. Alterum horum instrumentorum deposuit in secundo cuniculo fodinae *Beschertglück*; alterum in sexto cuniculo ejusdem fodinae. Tertium denique suspensum fuit in aëre libero atmosphaerico, prope ostium fodinae. Apti loci, qui caperent duo illa priora, fuerunt selecti in fodina, satis remoti ab operibus diurnis, ubi aëris erat minimus circuitus, et ubi lampades aliaque lumina fere nullam vim exercere poterant. Deposita fuerunt in excavationibus in ipso saxo factis, non in venis metalliferis: bulbum ipsum thermometri recipiebat foramen ad hoc propositum in saxo excisum. Excavationes obducebantur vitro, per quod facile thermometrum observari poterat: hoc vitrum rursus ostiolo ligneo, quod clavi claudebatur, obturatum erat. Hujus ostioli clavem servabant subpraefecti operariorum, quibus munus commissum erat, observandi thermometrum, antequam subsequentibus exciperentur, h. e. quotidie hora quarta ante meridiem, hora

(1) *Von Trebra Mémoire sur la température de l'Intérieur des Mines. Ann. des Mines* III. pag. 59.

meridiana et hora octava post meridiem. Quid reperissent, referendum erat ad praefectum operariorum, qui illorum observationes in tabula ad hoc instructa consignabat. An accurate relatum esset a subpraefectis, interdum a viris peritioribus inquirebatur.

A mense Augusto anni 1805 usque ad eumdem mensem anni 1807; duo priora illa thermometra observata sunt ter quotidie in fodina *Beschertglück*, et per totum illud temporis intervallum, constanter ostenderunt eumdem temperaturae gradum. Superius tantum, quod in secundo cuniculo fuerat suspensum, ostendit semel aut bis in initio observationum, variationem quartae gradûs partis; quae variatio fortasse inexperto observatori tribuenda fuit. Postea saltem sine variatione hoc thermometrum ostendit 11°25. Alterum, quod in sexto cuniculo, 82,5 metris profundius fuerat depositum, ostendit sine variatione 15°.

Eaedem observationes, iisdem adhibitis cautelis, repetitae sunt, 4 aliis thermometris dispositis, anno 1815, a TREBRA in fodina dicta *Alte-Hoffnung-Gottes*, prope pagum Grosvoigtsberg, et *Himmelsfürst* prope Erlendorf. Ibi idem phaenomenon apparuit, scilicet thermometra non variare, ubi aër externus ad illa penetrare non posset, et auctam ostendere temperaturam, quo profundius demitterentur. In fodina *Alte-Hoffnung-Gottes* indicabant 18°75, pro altitudine 335 metrorum infra cuniculum effluvii (*galerie d'écoulement*). Thermometra disposita in tertio et quinto cuniculo fodinae *Himmelsfürst*, non constantem illam legem incrementi caloris ostenderunt: quod forte tribuendum nonnullis puteïs, in vicinitate locorum, ubi thermometra suspendebantur, obviis. Nam contactu aëris, per illos puteos continuo descendentis, omnino fieri potuit, ut ipsius saxi temperatura mutaretur.

In fodina *Alte-Hoffnung-Gottes* invenit TREBRA, pro altitudine infra superficiem soli

...71,9 metrorum, temperaturam	8° 75
168,2	12° 81
268,2	15° 00
379,5	18° 75

Apparet igitur ex observationibus TREBRAE, in fodinis *Beschertglück*, *Alte-Hoffnung-Gottes* et *Himmelsfürst*, quae distant inter se circiter 3 milliariis Germanicis, et universe jacent in montibus ex Gneiss constantibus neque multos pyritas aut materies facile inflammandas continentibus, temperaturam continuo augeri cum altitudine infra superficiem soli, et quidem circiter 1° pro 30 ad 35 metra.

LAMPADIUS (1) professor Chemiae in Lyceo fodinarum Fribergensi, qui saepe fodinas prope hanc urbem jacentes visitavit, observationes AUBUISSONI et TREBRAE confirmavit. »Nullum," ait, »est dubium calorem accrescere in fodinis Fribergensibus cum altitudine. Observationes magna cura factae ostenderunt mihi »11°08 pro altitudine 400 pedum, et 27°5 pro altitudine 900 pedum. Haec phaenomena sunt constantia, neque pendent ab actione fortuita oxydationis metallorum; nam aër eamdem oxygenii copiam ostendit in locis, ubi temperatura aucta »est, quam in locis externis."

AUBUISSONUS, cujus observationes Fribergenses supra vidimus, fodinarum temperaturam etiam in Gallia indagavit. Instituit experimenta sua in provincia Galliae, quae dicitur Britannia (Bretagne), ibique investigavit fodinas plumbi, quae sunt prope pagos *Poullaouen* et *Huelgoat* (2).

Fodina Poullaouen jacet in 48° 17′ 49″ latitudinis Septentrionalis, 5° 55′ 57″ longitudinis ad occasum Lutetiae Parisiorum. Ejus ostium situm est 106 metris

---

(1) *Ann. de Ch. et Phys.* XIV. pag. 220.

(2) *Ann. Ch. et Phys.* XIII. pag. 190.

supra superficiem Oceani. Distat 4 myriametris a littore Septentrionali, 6 a littore occidentali meridionalique. Regio, in qua invenitur, sita est in illa declivitate, quae tecti instar, ab altitudine 260 metrorum ad mare usque descendit. Multae soli inaequalitates in illo proclivio obviae: ita e. g. regio circum ostium fodinae Poullaouen, fingit vallem, fere mille metrorum diametri.

Temperatura media loci, si ducatur ex lege, quam sequitur calor ab aequatore ad polos, erit circiter 12°4. Altitudo loci supra Oceanum, requirit adhuc diminutionem unius gradûs: erit ergo temperatura media circa 11°5 aestimanda. Observationes AUBUISSONI factae sunt d. 5 Septembris, anni 1806, caelo per totum diem sereno. Thermometrum, in umbra suspensum, indicabat 19°.

Sequentia observavit AUBUISSONUS

	Gradus thermometri.	Altitudo infra superficiem soli. metr.
1°. In primo cuniculo, dicto *niveau de* 50 *pieds*, prope puteum, per quem in fodinam descendunt operarii, in loco, ubi exiguus aëris circuitus, nonnihil aquae in solo depositae indicabat	13°1	16.
2°. In cuniculo *Sti. Georgii*, sub intersectione 3 venarum metalliferarum, in loco remotissimo, ubi nullus aëris circuitus, sed ubi magna aquae copia e fastigio stillabat, haec aqua indicabat	11°9	39.
3°. Aqua haec stillata profluens, assumserat, quum ad puteum pervenisset, temperaturam	12°1	39.
4°. Triginta sex metris profundius, in loco dicto *le niveau de la Boullaye*, in loco remotissimo ubi neque operarii aderant neque aëris circuitus, sed ubi multum aquae stillabat, haec aqua indicabat	11°9	75.

	Gradus thermometri.	Altitudo infra superficiem soli. metr.
5°. In fundo puteï *Sti. Georgii*, in loco, ubi omnes aquae ex adjacentibus locis confluebant, haec aqua	14°2	142.
6°. Aër supra hanc aquam	15°	141.
7°. In fundo puteï *Stae. Barbae*, in altera fodinae extremitate, aqua indicabat	13°5	150.
8°. Aër supra hanc aquam	14°4	150.
9°. Aquae veterum excavationum versus hunc puteum confluentes (1)	13°3	
10°. In excavatione, haud procul a fundo puteï *Stae. Barbae*, dicta *galerie du Four*, cujus parietes multos continebant pyritas, thermometrum relictum quarta horae parte, in foramine, in ipsis pyritis, multum sulfatis albi continentibus, facto, indicabat	14°6	140.
11°. Demissum in foramen, per quod aquae fons satis notabilis prosiliebat	14°6	140.

Ex his observationibus sequentia duxit Aubuissonus.

1°. Ex observationibus 2, 3, 4 apparet calorem saxi, in superioribus fodinae partibus esse 12°. Nam aqua, postquam per illas stillaverit necessario earum assumsit temperaturam. Calor primae observationis nonnihil est auctior propter aërem externum, continuo per cuniculum transeuntem.

8°. Ex observationibus 5 et 6 apparet temperaturam locorum inferiorum temperaturâ superiorum majorem esse. Cur aër aquâ calidior fuerit, patet ex nota ad observ. 9.

---

(1) Hae aquae ex superioribus locis stillantes, sunt propterea frigidiores, quumque pro magna parte aquae puteï Stae. Barbae, ex iis constat, hinc causa caloris exigui, quem ostendit, apparet.

3°. Experimenta 10 et 11 ostendunt, pyritas non semper gignere calorem in fodinis; nam in puteo S^ti^. Georgii (1), ubi nulli pyritae adsunt, eadem erat temperatura.

4°. Ex his omnibus statui posse videtur, in fodina Poullaouen, temperaturam esse 2° ad 3° majorem, pro altitudine 150 metrorum, quam in superficie Soli.

Fodina *Huelgoat* sita est in 48° 17′ 17″ latitudinis et 6° 1′ 46″ longitudinis occidentalis.

Ejus ostium est 173 metris supra Oceani superficiem. Invenitur in magna planitie (*large coteau*), duas valles a se invicem sejungente, quarum profunditates sunt 80 ad 90 metrorum. Temperatura media Huelgoat est verosimiliter 11°. Saxum constat ex schista argilacea, sed continet insuper strata quaedam aluminosa.

Observationes factae sunt d. 5 Septembris, eodem die quo observatum est in Poullaouen. Invenit AUBUISSON:

	Gradus thermometri.	Altitudo infra soli superficiem.
1°. In cuniculo, fere 15 metris infra illum, per quem operarii in fodinam descendunt, quique unicum tantum habet orificium, in quo igitur nullus aëris circuitus neque operarii aderant, thermometrum per 20 minuta prima suspensum, indicavit.	11°	
2°. Thermometrum demissum in aquam stagnantem, in cuniculo remotissimo, et omni aëris circuitu carente, indicavit.	12°2	metr. 70.
3°. In loco minus profundo, sed in quo multum aquae stillabat atque aër libere circumibat, thermometrum indicavit temperaturam hujus aquae.	13°7	60.
Deinceps partem meridionalem fodinae adiit AUBUISSONUS ibique invenit:		
4°. In secundo cuniculo, in loco quem frequenter transi-		

(1) Vid. N°. 5 supra.

	Gradus thermometri.	Altitudo infra soli superficiem. metr.
bant operari, et ubi satis creber erat aëris circuitus, nonnihil aquae stagnantis indicabat.	15°	80.
5°. In quinto cuniculo thermometrum demissum in receptaculum aquae, prope magnum puteum, asscendebat ad . . .	17°	140.
6°. In loco extremo cuniculi N°. 9½ h. e. in parte magis meridionali fodinae, prosiliebat e saxo magna copia aquae non nihil acidi sulfurici continentis: thermometrum per quartam horae partem, in illa aqua suspensum, continuo indicabat. . .	19°7	230.
7°. In aëre, prope fontem illum, etiam.	19°7	230.
8°. Idem obtinuit, quum thermometrum exponebatur in rivulo, ex hoc fonte originem ducente	19°7	230.
Fundus fodinae submersus erat: aquae ibi ad altitudinem 16 metrorum asscendebant. Aubuissonus usque ad superficiem hujus lacus subterraneï descendit, ibique invenit:		
9°. Thermometrum depositum in tabula lignea, supra aquam natante, ostendere.	18°8	238.
10°. In aqua ipsa demissum, etiam.	18°8	238.
Omnes aquae in parte hac meridionali, confluebant versus lacum subterraneum. Inde antliis exhauriebantur.		
11°. Temperatura aquarum, quas antliae, in cuniculum N°. 7 effundebant, erat	19°4	180.
Per hunc cuniculum aquae profluebant, versus partem fodinae septentrionalem, ubi in alium puteum congerebantur.		
12°. In hoc puteo autem miscebantur cum parva copia aquae, cujus temperatura erat.	15°	120.
13°. Quum omnes hae aquae mixtae, antliis in cuniculum effluvii diffundebantur, ostendebant.	18°4	

Has observationes in duas classes distinguendas esse, monet AUBUISSONUS: scilicet in observationes (1, 2, 3, et 12) factas in parte septentrionali et in reliquas factas in parte meridionali fodinae. Priores veram soli temperaturam indicare videntur. Prima facta in altitudine 20 ad 30 metrorum monstrat fere temperaturam mediam regionis. Secunda et tertia ostendunt temperaturam augeri, quo profundius in fodinam penetremus.

Quod attinet ad temperaturas observatas in parte meridionali fodinae, in illas causa quaedam singularis vim exercuisse videtur, scilicet aquae acidulae, quae a meridie versus fodinam affluunt.

Fosso autem novo puteo, 100 metris a fodinae parte meridionali distante, perforata fuerunt strata schistae aluminosae, sapore valde adstringente notabilis. Oculo armato deteguntur in illa multa puncta pyritarum, quae forte decompositione sua et actione in schistam, genuerunt calorem illum, unde calefactae sunt aquae per illa strata profluentes.

Haec causa videtur AUBUISSONO caloris 20°, quem ostendebant aquae, quique nimis magnus erat pro altitudine, in qua illae inveniebantur; monendum tamen putat AUBUISSONUS calorem huncce, si tribuendus sit pyritis, his unice tribuendum esse propter actionem eorum in schistam. Nam in observationibus factis Poullaouen, vidit pyritarum magnam copiam, quae nullum gigneret calorem. Putat igitur ABUISSONUS pyritas, si magnâ copiâ adsint, non ortum dare calori subterraneo: sed hoc minus etiam pertinere ad illos, qui dispersi sint per particulas minutissimas, in corpore, in quod acidum sulfuricum vim exercere potest, inprimis ubi aër atmosphaericus ad illos penetraverit.

Caeterum monet AUBUISSONUS lithantraces, maximam pyritarum copiam continentes, non gignere aëres inflammabiles (*feux grisous*) in fodinis: sed e contra illas, quae tantum oculo armato particulas sulfureti ferri ostendant.

Non tantum in Helvetia, Germania et Gallia, verum etiam in Magna-Brittannia, multae observationes factae fuerunt de incremento caloris infra telluris superficiem. Primum invenimus illas, quas instituit centurio TH. LEAN in fodinis cupri et stanni Corisopiti (Cornwall), mensibus Junio et Decembri, anni 1815.

Invenit autem hic in fodina dicta *Wheal-Abraham*, m. Junio;

temperaturam

aëris	15°	pro altitudine	0	metrorum.
»	18°3	» »	5	»
»	18°0	» »	36	»
...	19°4	....	110	......
...	20°	....	146	......
...	20°2	....	182	......
...	20°5	....	219	......
...	20°8	....	256	......
...	21°	....	293	......
...	22°8	....	329	......
...	26°	....	348	......

Quum eadem experimenta in eadem fodina, rursus mense Decembri instituerit, non plane aequalem eventum habuit. Invenit nempe tunc temperaturam

aëris	10°	pro altitudine	0	metrorum.
aëris	11°,1	....	5	......
...	13°,9	....	37	......
...	16°,1	....	73	......
...	16°,7	....	82	......
...	17°,2	....	91	......
...	17°,5	....	110	......
...	17°,8	....	146	......

aëris 18°,8	pro altitudine 183. metrorum.	
aquae 17°,8		
aëris 20°	. . . . . 201.	
aquae 18°,3		
aëris 21°1	. . . . . 227.	
aquae 20°		
aëris 22°	. . . . . 265.	
aquae 23°		
aëris 21°1	. . . . . 293.	
aquae 23°3		
aëris 23°3	. . . . . 329.	
aquae 23°3		
aëris 23°3	. . . . . 348.	
aquae 23°3		
aëris 25°6	. . . . . 366.	
aquae 25°6		

Si jam vero comparemus duas has observationum series, valde diversum eventum habebimus. Incipiamus e. g. ab altitudine 36 metrorum, ubi verosimiliter jam constans temperatura in plerisque regionibus invenitur, prima series praebet incrementum 8° pro 312 metris, h. e. 1° pro 39 metris. Altera vero, si a 37 metris incipiamus, dat 11°7 pro 329 sive 1° pro 28 metris. Causa hujus differentiae mihi haec esse videtur, quod LEAN suas observationes instituerit in puteo (1) per quem aër continuo e fodina adscenderet; qui quidem aër hieme necessario magis afficitur aëre frigidiore descendente, quam aestate. Neque illas observationes in puteo factas, ad determinandas fodinae temperaturas valde idoneas

(1) Hoc liquet ex *Journ. de Physique.* Tom. LXXXVII pag. 304.

fuisse liquet ex altera tabula observationum, eodem die, 9 Junii a. 1815, institutarum, quo prior facta est nostra series. Invenit nempe LEAN,

		Alt. metr.
in receptaculo, cujus aqua mixta erat cum aqua fundi fodinae . . .	20°	183
in aqua versus puteum profluente	17°7	185
ut supra	18°3	205
ut supra	20°	219
in aqua profluente ex vena, quae multum cupri continet	25°	256
in aqua	23°3	293
in aqua	23°3	329
in aqua	23°3	348

In eadem regione Corisopitensi observationes factae sunt a MICHAËLE WILLIAMS, m. Majo a. 1819, in fodina cupri et stanni, dicta *United mines*, cujus ostium jacet 91 metris supra Oceani superficiem.

Invenit hic temperaturam

aëris	14°8	pro altitudine	0 metrorum.
. . .	13°3	 83	. . . . . .
. . .	20°	 119	. . . . . .
. . .	21°1	 247	. . . . . .
. . .	20°0	 292	. . . . . .
. . .	22°8	} 302	. . . . . .
aquae	23°3		

Haec series ostendit; si a 83 metris calculum incipiamus, incrementum 1° pro altitudine 22 metrorum.

Praeter has aliae quoque observationes factae sunt a JOHANNE REDIO, in tribus fodinis Corisopitensibus, nempe in priori m. Octobri a. 1815, in duabus posterioribus m. Majo a. 1819.

4 *

Prima illa vocatur ***Dolcoath***, cujus ostium situm est 110 metris supra Oceani superficiem. Invenit REDIUS temperaturam

aëris	16°6	pro altitudine	0	metrorum.
...	16°9	....	128	......
...	21°	....	293	......
...	21°5	....	311	......
...	22°0	....	329	......
...	23°3	....	357	......
...	23°3	....	375	......
...	26°6	....	421	......
aquae	27°8			

In secunda fodina, dicta ***Tinesoft***, cujus ostium 113 metris supra superficiem maris situm est, observavit REDIUS temperaturam

aëris	11°7	pro altitudine	51	metrorum.
...	11°1	....	101	......
...	12°2	....	134	......
...	13°3	....	170	......
...	16°7	....	201	......
...	16°7	....	234	......
aquae	15°			

In tertia fodina, dicta ***Cookskitchen***, quae ut duae priores, cuprum et stannum largiebatur, et cujus ostium 110 metris supra maris superficiem erat, idem observavit temperaturam

aëris	10°	pro altitudine	51	metrorum.
...	12°8	....	91	......
...	13°9	....	128	......

aeris	13°9	pro altitudine 170	metrorum.
...	16°7	 195	......
...	17°2	 234	......
...	17°8	 269	......
...	17°8	 311	......
...	20°5	 342	......
aquae	20°0		

R. W. FOX (1), qui has observationes retulit, monet tres posteriores fodinas jacere in schista argilacea, granito superposita, fodinam *United mines* in schista argilacea, multum porphyri continente. Putat FOXIUS, minorem temperaturam fodinarum *Tinesoft* et *Cookskitchen* inde ortum duxisse, quod diu submersae fuerint aquis, quae pro magna parte, ex superioribus i. e. frigidioribus fodinarum partibus affluxissent.

Primis, de calore cum altitudine crescente, observationibus, in Anglia, praeterea annumerandae videntur illae, quas doctissimus FORBESIUS (2) instituit in fodinis Corisopitensibus. Brevitatis causa, has una hîc tabella exponemus; observationes, quae littera, A. notantur, factae sunt de temperatura aëris, quae vero Aq., de temperaturâ aquae.

---

(1) *Ann. Ch. et Ph.* XIII. pag. 300.

(2) GILBERT's *Ann.* LXXVI. pag. 406.

[illegible]	[illegible]													
	[illegible]		[illegible]		[illegible]		[illegible]		[illegible]		[illegible]		[illegible]	
	A.	Ap.	A.	Ap.	A.	Ap.	A.	Ap.	A.	Ap.	A.	Ap.	A.	Ap.
[illegible]	13,9	—	15	13,9	—	—	12,8	—	—	—	—	—	13,9	13,9
[illegible]	13,3	—	15,5	14,4	12,2	12,2	—	—	—	—	—	—	13,9	13,3
[illegible]	13,3	—	16,1	—	13,9	12,8	—	—	15,5	13,9	—	—	14,4	13,3
[illegible]	13,3	12,8	16,1	15	13,9	15	—	—	—	—	15,5	—	14,4	14,4
[illegible]	14,4	12,2	—	—	12,8	12,8	—	—	—	—	—	—	13,9	12,8
[illegible]	—	13,9	15,9	16,7	—	—	12,8	—	—	—	—	—	15,5	15
[illegible]	16,3	—	15,9	—	—	—	13,3	12,2	—	—	—	—	16,1	12,2
[illegible]	—	—	—	—	—	—	15,5	15	—	—	—	—	15,5	15
[illegible]	18,4	18,4	20	20	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	18,3	18,3
[illegible]	—	—	—	—	—	—	17,8	17,8	—	—	—	—	17,3	17,3
[illegible]	—	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	—	—	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	—	—	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	—	—	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	—	—	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[illegible]	—	—	—	[illegible]
[illegible]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	—	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Incrementum temperaturae, hac tabula indicatum, est igitur circiter 1° pro altitudine 30 metrorum.

In omnibus his fodinis, quarum temperaturam indagavit FORBESIUS, aderant operarii. Horum praesentiae tamen non unice tribuendum esse caloris incrementum, ostenderunt observationes institutae in fodina *Botallak*, in receptaculo remotissimo, magnam aquae copiam continente. Quae aqua, 121 metris infra soli superficiem, ostendit temperaturam 16,7.

Fodinae *Little Bounds*, quae infra maris fundum procedit, magna pars submersa fuit ab altitudine 91 ad 152 metrorum, infra soli superficiem. Haec aqua, quum antliis effunderetur, ostendit, anno 1822, temperaturam 13°6.

Sequentes observationes adhuc magis valent ad oppugnandam sententiam eorum, qui putant auctam fodinarum temperaturam, soli tribuendam esse operariorum praesentiae.

Anno nempe 1819, quum fodina *Huel Neptune* ad altitudinem 164 metrorum perducta esset, aqua antliis exhausta, ostendebat temperaturam 15°6; anno 1822, quum ad 228 metra fodina pervenisset, aquae temperatura erat 16°7. Nec aliter res sese habuit in fodina *Botallak*, ubi 1819, aqua ex altitudine 155 metrorum exhausta, ostenderet 16°7; anno vero 1822 ex altitudine 204 metrorum 19°4.

Sententiae FORBESII, nec minus FOXII, cujus deinceps exponemus observationes, haud favens MOYLIUS (1), de industria temperaturam fodinarum, in comitatu Corisopitensi, anno inprimis 1822, indagavit, et quidem variis modis, depositis thermometris per 15 ad 20 minuta prima, vel in ipso saxo, vel in aquis turbidis, cuniculorum fundum tegentibus, vel in venis aquae prosilientis. Quid invenerit, hic breviter enarrabo: observationes illae autem magisne faveant caloris

(1) *Annals of Philosophy N. S.* N°. XXV. Jan. 1823.

centralis defensoribus an oppugnatoribus, in altero dissertationis capite inquiremus.

In cuniculis a fodina *Crenver*, versus fodinam *Trenoweth* procedentibus, MOYLIUS invenit in altitudine

285	metrorum,	infra	soli	superficiem	13°9.
300	»	»	»	»	14°5.
318	»	»	»	»	14°5.

Addit MOYLIUS, quinque mensibus antea, in posteriore cuniculo temperaturam inventam fuisse 20°, quum ibi adessent operarii.

In fodina cupri *Oatfield*, aër erat in ostio, mense Majo 1822 . .	16°1.
333 metris infra soli superficiem	25°6.
387 » » » »	25°6.
406 metris, infra soli superficiem, sed 183 metris ad orientem puteï	27°2.
In eadem altitudine, sed 110 metris ad occasum puteï	25°6.

Nusquam horum locorum, operarii aderant, sed ultimus locus operibus vigentibus proximus erat.

In altitudine 424 metrorum, 22 metris ad orientem puteï, temperatura erat . 26°7.

In altitudinc 431 metrorum, sed 55 metris ad occasum puteï, in loco obcluso 29°4.

Aqua, hac altitudine, duabus venis, parvo a se invicem intervallo, prosiliens, ostendebat valde diversas temperaturas 27°8 et 30°3.

Remotis antliis, magna pars fodinae per aliquot menses submersa fuit. Temperatura cuniculi, quae antea 25° fuerat, primum descendit ad 20°5, deinceps ad 18°9. Temperatura ergo imminuta fuit, fere 6°, praesentiâ aquarum.

In fodina cupri *Crenver*, invenit,

in altitudine	91 metrorum, eademque distantia a puteo		. . .	12°8.
»	»	131	»	13°3.
»	»	150	»	16°1.
»	»	189	»	16°7.
»	»	205	»	17°8.
»	»	223	»	17°8.

in eadem altitudine, sed 109 metris ad orientem puteï, tantum 15°6.
in altitudine 241 metrorum . . . . 17°2.
in eadem altitudine, sed 365 metris, ad orientem puteï . . . 16°1.
in altitudine 268 metrorum . . . . 16°7.
in eadem altitudine, 55 metris ad occasum . . . . 17°8.
ibidem 365 metris ad occasum . . . . 20°.

In fodina *Huel Abraham*, in cujus fere omnibus partibus opus peragebatur, MOYLIUS observavit, in altitudine

406 metrorum . . . . 28°9.
424 » . . . . 32°2.
ibidem, quum major aëris circuitus adesset . . . . 30°.
in altitudine 442 metrorum . . . . 28°9.
in eadem altitudine, in loco, ubi nullus operarius aderat . . 30°.

Praeter has observationes MOYLIUS quoque indagavit temperaturam aquae fodinarum, per aliquod tempus desertarum; summa illarum observationum hac tabula conspici potest.

ALTITUDINES INFRA SOLI SUPERFICIEM, METRIS EXPRESSAE.	HUEL TRENOWETH.		HUEL POOL.	HUEL ROSE.	RELISTIAN.	HERLAND.			HUEL ALFRED.	HUEL ANN.	TREVENNEN.	HUEL FRANCHISE.	HUEL NANCY.
	A.	Aq.				1.	2.	3.					
18 ad 36	—	—	11°6	11°9	—	—	—	—	13°3	11°1	—	—	—
36 » 45	—	—	11°6	11°9	12°8	—	—	—	13°3	11°1	11°9	10°6	10°6
45 » 61	12°2	—	—	—	12°8	12°2	13°3	11°1	13°3	—	—	10°6	10°6
61 » 76	12°2	11°6	—	11°7	12°8	12°2	13°3	11°1	—	—	—	—	—
76 » 91	12°2	—	—	—	12°8	—	—	—	13°3	11°1	—	—	—
91 » 106	—	—	—	11°6	12°8	12°2	13°3	11°1	—	11°1	—	—	—
106 » 121	12°2	—	—	—	—	12°2	—	—	—	—	—	—	—
136 » 152	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11°1	—	—	—
152 » 167	—	—	—	—	—	—	—	—	13°3	—	—	—	—
182 » 197	—	—	—	—	—	12°2	13°3	11°1	—	—	—	—	—
213 » 228	—	—	—	—	—	—	—	—	13°3	11°1	—	—	—
289 » 304	14°5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
304 » 349	14°5	—	—	—	—	12°2	—	—	—	—	—	—	—

Hac tabella firmari sententiam eorum, qui negant, calorem cum altitudine infra soli superficiem augeri, primo intuitu forte nonnullis videbitur; accuratius rem indagantibus non item. In prima enim fodina, relicta ut reliquae, videmus incrementum, quamvis parvum, temperaturae in observationibus littera A notatis h. e. in aëre factis. Cur idem non obtinuerit in reliquis fodinis, ubi aquae temperatura indagata est, facile in sequente Capite explicabitur.

Caeterum MOYLIUS ex iis conclusit, temperaturam mediam regionis his observationibus indicatam fuisse.

Anno 1824, idem alias quasdam instituit observationes in fodinis derelictis.

Invenerat antea in fodina *Oatfield*, pro altitudine 333 metrorum, temperaturam 25°, quum opera adhuc vigerent: his relictis aqua ostendit 18°9. Postrema observatione temperatura aquae erat 12°2.

In fodinis desertis *Herland* et *Huel Alfred* aquae temperatura fuerat 12°2 et 13°3. Aqua deinde antliis exhausta, usque ad distantiam

95 metrorum a fodinae ostio, ostendit prope superficiem 14°4.

18 metris infra hanc . . . . 12°2.

Quo major pars aquae exhausta fuerit, eo majorem indicavit temperaturam, inprimis prope superficiem. Ita e. g. haec ostendit 18°9, quum ad distantiam 183 metrorum ob ostio, aquae exhaustae erant; 18 metris infra hanc aquarum superficiem, temperatura erat 12°2.

In fodina stanni *Huel Trumpet* MOYLIUS duo foramina fodi curavit: unum in extremitate cuniculi, 146 metris infra soli superficiem jacentis, alterum in altitudine 172 metrorum. Aqua, per ea prosiliens, ostendit in priore 11°1, in posteriore 13°3.

R. W. FOXIUS (1), cujus mentionem jam supra fecimus, etiam multas fecit observationes, de temperatura fodinarum Corisopitensium. Inspiciamus primum tabulam synopticam, quam dedit temperaturarum observatarum in decem fodinis diversis, quarum nomina sunt: *Dolcoath*, *United Mines*, *Treskerby*, *Huelsquire*, *Ting-Tang*, *Huel Gorland* et *Huel Damsel* (fodinae cupri) *Chace-Water* (fodina stanni et cupri) *Huel-Unity* et *Huel-Vor* (fodinae stanni).

Temperaturae indicatae sunt mediae, computatae ex illis, quas decem hae fodinae dederant. Invenit pro altitudine

(1) *Ann. Ch. et Ph.* XVI. pag. 78.

		18,3	metrorum,	temperaturam	10°1.
a	36,6 ad	55	»	»	16°1.
»	55 »	73	»	»	15°3.
»	90 »	110	»	»	16°7.
»	110 »	128	»	»	17°7.
»	128 »	146	»	»	18°8.
»	146 »	165	»	»	20°2.
»	165 »	183	»	»	21°0.
»	183 »	201	»	»	20°3.
»	201 »	219	»	»	21°1.
»	219 »	237	»	»	20°9.
»	237 »	256	»	»	22°3.
»	274 »	293	»	»	23°9.
»	347 »	366	»	»	24°4.
	420		»	»	25°8.
	439		»	»	27°8.

Unde ducere possumus incrementum medium temperaturae in fodinis Corisopitensibus, esse circiter 1° pro 24 metris: quod est certe multo majus illo, quod dedit fodina *Tinesoft*, ubi tantum erat 1° pro 36 metris (1).

In plerisque observationibus FOXIUS dimisit thermometrum in ipsum saxum ad altitudinem 6 vel 8 pollicum: nonnumquam tamen temperatura aëris vel aquae determinabatur: saepe in utroque hoc casu eadem fuit.

Thermometrum, in venis metalliferis depositum, indicabat plerumque 1° vel 2°8 majorem temperaturam, quam ubi demissum esset in foramen in ipso saxo, praesertim in granito, caesum.

(1) *Diss.* p. 28.

Venae stanni erant plerumque frigidiores venis cupri.

In fundo fodinae *Dolcoath*, in altitudine 439 metrorum, prosiliebat ex vena fons aquae, cujus temperatura constans erat 27°8. »Ecquid argumentum," ait FOXIUS, »magis perspicuum, dari possit magni caloris stratorum inferiorum telluris nostrae?"

Antliis aquam exhaurientibus ex fodina *United Mines* per aliquod tempus turbatis, duo cuniculi submersi fuerunt, in altitudine 366 et 347 metrorum. Istud ita per duos dies obtinuit. Antliis refectis et aqua exhausta, FOXIUS in illos cuniculos descendit, et invenit in priore temperaturam 31°1, in posteriore 30°8. Ut omnis error vitaretur, demisit bulbum thermometri aliquot pollicibus infra ipsum solum cuniculi.

Instituta analysi aquarum fodinarum *Dolcoath* et *United Mines*, quae tam clare auctam ostendebant temperaturam, invenit FOXIUS, priores continere nonnihil muriatis calcis, et posteriores nonnihil sulfatis ferri et calcis, ambas tamen valde exigua quantitate.

Major calor, quem ostendunt venae metalliferae, fortasse exinde ortum ducit, quod hae melius saxo calorem conducant.

FOXIUS putat denique fodinas lithantracum idem caloris incrementum ostendere, quod fodinae cupri et stanni. Invenit e. g. in fodina lithantracum, in altitudine

18,3	temperaturam	10°0.
65,8	»	14°4.
164,7	»	16°7.

Caeterum de lithrantracum fodinis, an aptae sint ad instituendas observationes de calore crescente cum altitudine, nondum inter se conveniunt viri docti. AUBUISSONUS quidem illud negat (1); CORDIERUS contrariam amplexus est opinionem (2).

(1) *Aubuisson Géognosie* I. pag. 457.

(2) *Cordier in Mém. de l'Institut* VII. pag. 518.

Idem FOXIUS multas praeterea observationes retulit de temperatura fodinarum, in commentatione, quam dicavit societati Geologicae Corisopitensi (1): praecipuas hic commemorabimus.

Thermometrum, in foramine 3 pedibus longo, in fodina *Dolcoath* depositum, ostendit per *octodecim* menses, constantem temperaturam, quae erat

24°2 pro altitudine 420 metrorum.

Aqua, in unoquoque cuniculo confluxa conducitur plerumque versus receptaculum, unde antliis exhauritur. Temperaturas harum in receptaculis aquarum idem indagavit FOXIUS.

In fodina cupri *South Huel Towan*, aqua in receptaculo, ex cuniculo ubi semper duo operarii aderant confluxa, ostendit

15°6 pro altitudine 82 metrorum.

In fodina cupri *East Liscomb*, in comitatu Devoniae (Devonshire), aqua ostendit

17°8 pro altitudine 180 metrorum.

Fodina cupri et stanni *Huel Unity Wood*, prope *Gwennap*, in comitatu Corisopitensi. Aqua cuniculi, ubi 4 operarii aderant,

17°8 pro altitudine 157 metrorum.

Fodina plumbi *Beet Alson* in Devonia

19°2 pro altitudine 220 metrorum.

Fodina cupri et stanni *Poldice*, prope *Gwennap*. Juxta cuniculum inferiorem duo receptacula aquae. Prope prius 8 vel 10 laborabant operarii: prope posterius duo tantum. Aquarum temperaturae erant

in priore . . 25°6 }
in posteriore 26°7 } pro altitudine 263 metrorum.

---

(1) *Ann. Ch. et Ph.* XXI. pag. 308.

Fodina cupri *Gwennapi*. Duo receptacula: sex operarii prope unum, octo prope alterum. Temperatura aquae in priore

24°4 } pro altitudine 274 metrorum.
in altero . . 26°7 }

Fodina cupri *Huel Friendship*, in comitatu Devonia. Parva aquae copia, in cuniculo et in receptaculo: ejus temperatura

18°0 pro altitudine 311 metrorum.

Hanc parvam temperaturam pro tam profundo loco, forte explicari posse putat FOXIUS, e sublimitate regionis in qua jacet fodina.

Temperatura media regionis Devoniensis videtur esse 10°. Dant igitur observationes in fodinis *East-Liscomb* et *Beet Alson*, incrementum 1° pro 23 ad 24 metris, in fodina *Huel-Friendship* 1° pro 37 metris.

In fodinis, pro magna parte submersis, haud adeo magnum temperaturae est incrementum, quia ibi aquae ex superioribus versus inferiores partes confluunt. Ita observavit FOXIUS:

In fodina cupri *North Huel Virgin* aqua ascendebat infra superficiem soli ad altitudinem

71 metrorum; temperatura 15°6.

In fodina cupri *Nangiles*, item submersa usque ad

160 metra a superficie, temp. aquae 14°4.

In fodina cupri *Gwennapi*, submersa usque ad 300 metra, aqua indicavit in altitudine

183 metrorum a superficie, temperaturam 15°6.

In fodina cupri *Huel Maid*, submersa ad

230 metra a superficie, 15°6.

Operibus in fodina cupri et stanni *Tincroft*, prope *Camborn* in comitatu

Corisopitensi, per plures menses intermissis, FOXIUS determinavit temperaturam aquae, quum ad 18 metra descenderat. Invenit in altitudine

230 metrorum, temperaturam 17°2.

In fodina dicta *Ting-Tang*, quum idem obtinuerit, et aqua quoque ad 18 metra exhausta fuerit, invenit in altitudine

195 metrorum, temp. 17°5.

In fodina *United Mines*, per totum annum aqua ad 55 metra asscenderat; ejus superficies distabat a superficie soli

329 metris, temp. aquae 26°7

In hac fodina *United Mines*, fons notabilis prosiliebat in eadem altitudine

329 metrorum, temp. ejus aquae erat 30°5.

Postrema haec observatio, duobus temporibus facta est. Prior quum instituéretur, 400 operarii per tertiam diei partem in ea degebant, posterior quum fieret, 200. Differentia temperaturae fuit tantum 0°,3.

Quamvis jam supra vidimus tabulam exhibentem temperaturas medias, in diversis altitudinibus decem fodinarum observatas, tamen fortasse tabula sequens haud prorsus supervacanea videbitur: ostendit diversas temperaturas iisdem altitudinibus inventas, in 15 fodinis, quarum nomina sunt: *South Huel Towan*, *East Liscomb*, *Huel Unity Wood*, *Beer Alston*, *Poldice*, *the Consolidated Mines*, *Huel Friendship*, *the United Mines*, *Treskerby*, *Huel Damsel*, *Ting-Tang*, *Huel Maid*, *Nangiles*, *North Huel Virgin* et *Tresaveau*. Quatuor posteriores diu submersae fuerunt: idcirco earum temperaturae hac nota (*) distinctae sunt.

ALTITUDO.		
36metr.	Aqua.	14°4.
	Aër.	13°8.
54	Aqua.	12°8; 17°8.
	Aër.	13°3; 14°4.
73	Aqua.	13°3; 15°6; 12°2; 12°2*; 13°3*; 13°3*; 15°6*.
	Aër.	13°9; 15°6; 15°6; 12°8*; 13°9*; 15°6*.
90	Aqua.	15°6; 15°6; 15°6; 15°6.
	Aër.	. . . . . . ; 14°4; 14°4.
110	Aqua.	15°6; 16°7; 15°6; 14°4; 14°4*.
	Aër.	16°1; 16°7; . . . .; 15°6; 13°9*.
128	Aqua.	16°1; 14,4*; 14,4*.
	Aër.	16°1; . . . .; 15,0*.
146	Aqua.	17°,8; 17°8; 16°7; 15°,0*.
	Aër.	18°,3; 17°8; 17°8; . . . . .
164	Aqua.	17°8; 18°9.
	Aër.	16°7; 19°4.
183	Aqua.	18°3; 15°6*; 15°,6*.
	Aër.	18°9; . . . . ; 13°,3.
201	Aqua.	17°8; 18°9; 17°8.
	Aër.	18°3; 18°9; . . . .
219	Aqua.	19°0; 18°9.
	Aër.	20°0; 20°0.
237	Aqua.	18°9; 22°2; 23°3; 23°3; 17°2; 22°2; 20°0; 15°6*.
	Aër.	. . .; 22°7; 23°3; . . . .; 16°7; 22°7; 21°1; 14°4*.
256	Aqua.	25°5; 21°1; 26°7; 22°2.
	Aër.	25°5; 22°2; 27°1; 23°8.

ALTITUDO.		
274	Aqua.	24°4; 26°7.
	Aër.	22°2; 26°7.
293	Aqua.	18°9.
	Aër.	22°8.
311	Aqua	18°0; 25°0; 28°9.
	Aër.	18°9; 24°4; ....
329	Aqua.	22°2; 20°5; 30°0; 30°5.
	Aër.	23°3; 22°2; 31°0; ....

Notetur ad has observationes, parvum fuisse numerum operariorem, in fodinis hisce praesentium, quum FOXIUS sua experimenta instituerit. Et ubicunque multi adessent, ibi major eorum numerus in media altitudine, quam in fundo fodina inveniebatur.

Ex his observationibus incrementum medium concludere possumus temperatura 1°, pro altitudine 24 metrorum.

In iisdem regionibus Corisopitensibus etiam observationes factae sunt, annis 1823 et 1824, a T. F. BARKAMIO, quae insertae sunt Tomo III° Diss. Soc. Regiae Geologicae Corisopitensis (1). Hic determinavit temperaturam fodinarum

I. Ex temperatura aëris in fodinis.

II. Ex temperatura fontium (a.) e saxo (b.) e venis metalliferis profluentium.

III. Ex aqua stagnante, in operibus adhuc vigentibus.

IV. E saxo ipso, in quod thermometrum satis profunde dimittebatur.

V. Ex aquis, quibus opera relicta diu immersa fuerant.

Methodus IV^a Barkamo optima visa est: I^a, III^a et V^a minus commendandae.

Summa ejus observationum haec est:

---

(1) *v. Leonhard et Bronn Jahrb. für Geologie*, I. pag. 336.

ALTITUDO INFRA SOLI SUPERFICIEM.	TEMPERATURA SECUNDUM SCALAM CENTIGRADAM.	NOMINA FODINARUM.	METHODUS OBSERVANDI.
metr.			
29	31°10	Botallak.	III.
50	30,00	Little Bounds.	I.
60	32,21	Botallak.	III.
62	30,28	little Bounds.	III.
90	30,55	Huel Neptune.	III.
91	32,75	Botallak.	III.
91	30,28	Huel Unity.	II. a.
95	30,00	Little Bounds.	III.
95	31,10	Ibidem.	III.
104	30,00	Huel Neptune.	III.
119	34,40	Botallak.	V.
121	30,00	Trensweth.	II. a.
128	31,10	Oatfield.	II. b.
135	30,00	Ding Dong.	III.
137	32,75	Ibidem.	V.
137	28,90	Huel Trumpet.	V.
157	29,45	Ibidem.	II. a.
192	33,85	Hul Vor.	IV.
192	33,85	Ibidem.	IV.
223	37,40	Ibidem.	IV.
223	39,90	Botallak.	II. a.
240	36,85	Huel Vor.	V.
289	37,95	Ibidem.	II a.
289	39,60	Ibidem.	IV.
348	37,40	Cook's kitchen.	III.
348	34,10	Dolcoath.	III.
421	41,80	Ibidem.	III.
421	41,25	Ibidem.	IV.
421	45,10	Ibidem.	II. b.
424	45,10	Oatfield.	II.
424	47,58	Ibidem.	II.

Monendum hoc loco puto hanc tabellam, desumtam esse ex opere LEONHARDI et BRONNI, supra citato, quum mihi dissertationes societatis Corisopitensis comparare non contigerit. Mensurae altitudinis et temperaturae reductae sunt ad metra et divisiones scalae centigradae, (ut in toto hoc libello solitus sum,) posteriores a divisione Reaumuri, uti docet inscriptio tabellae apud LEONHARDUM obvio. Hoc idcirco notatu dignum censui, quia temperaturae hac tabella designatae, tantopere superant temperaturas ab aliis, plerumque in iisdem fodinis, observatas. Vidimus e. g. JOH. REDIUM, invenisse temperaturam 20° ad 20°5, pro altitudine 342 metrorum, quum BARKAMIUS in eadem fere altitudine 37°,40 observaverit. Num haec tam notabilis differentia tota explicari potest e praesentia aquarum quibus haec fodina immersa fuit, quum REDIUS sua instituerct experimenta?

Caëterum haec aucta temperatura non tantum pro magnis altitudinibus, sed in omnibus BARKAMI observationibus apparet: ita ut si hanc tabellam, cum tabella FOXII comparemus (1), in qua temperaturas medias 10 fodinarum exponit, hac ab illis, fere omnes, plus minusve viginti gradibus superentur. Unde tamen fit ut ambae, valde dissimiles, tabellae fere idem incrementum medium caloris ostendant, quod est 1° pro 23 vel 24 metris.

In aliis etiam Magnae Brittanniae partibus, quoque de hoc argumento institutae sunt observationes; ita e. g. invenimus experimenta ROBERTI BALD, in comitatibus septentrionalibus Angliae (2). Invenit hic temperaturas sequentes in

Fodina *Whitehaven*, in comitatu Cumbria (Cumberland.)

Aër in superficie	12°8.
Fons in superficie	9°4.

(1) Vid. pag. 36.

(2) *Ann. Ch. et Ph.* XIII. pag. 204.

Aqua in altitudine 146 metrorum . . . . 15°5.

Aër in eadem altitudine. . . . . 17°2.

Aër in altitudine 182 metrorum . . . . 18°9.

Differentia temperaturae aquae in superficie et in altitudine 146 metrorum. 6°1.

in Fodina *Workington* in comitatu Cumbria.

Aër in superficie . . . . 13°3.

Fons ibidem. 8°,9.

Aqua in altitudine 55 metrorum . . . . 10°0.

Aqua in altitudine 154 metrorum, infra Oceani superficiem. . 15°6.

Dolendum est, hoc loco non annotatum esse, an superficies loci cum libella Oceani conveniat nec ne. In Ann. Ch. et Ph. utraque superficies eadem haberi videtur (1).

Fodina *Teem*, in comitatu Dunelmo (Durham.)

Aqua in superficie . . . . 9°4.

Aër in fundo puteï, 135 metri a superficie distante. . . . . 20°0.

Aqua ibidem. 16°1.

Differentia temperaturae aquae in superficie et in altitudine 135 metrorum. . . . . , . 6°7.

Fodina *Percy*, in comitatu Northumbria (Northumberland.)

Aër in superficie . . . . 5°6.

Aqua in cuniculo, circa 270 metris infra Oceani superficiem et verticaliter infra Tyni fluvi alveum sito . . . . 20°0.

Aër ibidem . . . . 21°1.

---

(1) (Conf. l. c. pag. 206.)

Differentia temperaturae mediae aquae in superficie quae est 9°4, et in altitudine 270 metrorum infra maris superficiem. . . .	10°6.

Fodina *Jarrow*, in comitatu Dunelmo.

Aër in superficie	9°7.
Aqua, in altitudine 269 metrorum infra soli superficiem . . .	20°0.
Aër ibidem	21°1.
Differentia temperaturae aquae in superficie mediae, quae rursus est 9°4, et aquae in altitudine 274 metrorum, est igitur . . .	10°6.

Fodina *Killingsworth*, in comitatu Northumbria.

Aër in superficie	8°9.
Aër, in fundo puteï, in altitudine 241 metrorum.	10°5.
Aër in altitudine 274 metrorum, ad distantiam 1¼ milliarii a puteo .	21°6.
Aqua, in altitudine 366 metrorum, et in loco fodinae remotissimo.	23°3.
Aër ibidem	25°.
Differentia temperaturae mediae aquae, 9°4 in superficie, et aquae in altitudine 366 metrorum.	13°9.

Monet BALDUS fodinam *Killingworth* esse omnium lithantracum in Magna-Brittannia fodinarum, profundissimam.

Incrementum medium omnium harum BALDI observationum, est igitur 1° pro altitudine 24 metrorum.

Postremo citandus est clarissimus PHILLIPS (1), Geologiae Professor, in collegio Regis Londinensi, qui opportunitatem, sibi oblatam arripuit ut calorem internum telluris investigaret. Recenter scilicet fodina lithantracum inchoata fuerat, in magna altitudine 483 metrorum infra soli superficiem, in pago *Monk-Wearmouth* prope Newcastle, in parte septentrionali Angliae.

---

(1) *Poggendorf's Ann.* XXXIV p. 191.

Summa ipsarum observationum haec est, quod invenerit incrementum medium caloris 1°, pro altitudine 50 metrorum. Qui eventus satis notabiliter a plerisque aliis differt.

In Suecia (1) observationes factae sunt praefecto fodinis NICOLAO WALLMANIO, in fodinis prope Fahlun. Hae valde irregularem diversumque eventum praebuerunt. Una res tamen omnino notatu digna est. In altitudine scilicet circiter 190 metrorum, infra soli superficiem, pars fodinae ante viginti annos combusta fuerat. Thermometrum hujus incendii vestigia indicavit, quum ibi temperatura multo auctior erat quam in locis haud longe distantibus: atque adeo 37°5. Quod phaenomenon egregie ostendit quam lente procedat refrigeratio saxorum.

In Italia quoque observationes geothermicae factae sunt. Inter has prae caeteris memoratas videmus observationes FANTONETTI (2) in fodinis aurum continentibus prope *Pestarenam di Macugnana*, in valle *Anzasca*, quae jacet in regione Pedemontana. Sitae sunt hae fodinae profundissimae in monte ex gneiss constante, atque basem fingente montis dicti *Monte Moro*, monti-Rosae vicini. Thermometra ita suspensa fuerunt, ut indicarent temperaturam saxi et aquae in cuniculis confluxae.

1°. Observationes instituae fuerunt d. 13 Martii quum temperatura in aëre esset 3°8.

Temperatura Saxi.	Temp. aquae in cuniculis.	Altitudo infra solum.
0	10°3	0 metr.
5°1	10°2	50

(1) *Gilbert's Annalen* LXXVI p. 451.

(2) *Brugnatelli Giornale*, cet. 1821 pag. 467.

Temperatura saxi.	Temp. aquae in cuniculis.	Altitudo infra solum.
7°5	11°3	100 metr.
10°0	12°5	150 ...
11°3	13°7	250 ...
13°1	14°2	350 ...
15°0	13°7	450 ...
16°3	6°5	702 ...

2°. Secunda series observationum, institutarum d. 7 Maji, dedit easdem temperaturas, ab altitudine 300 metrorum ad fundum usque fodinae. Temperatura aëris externi erat 12°5.

3°. Die 6° m. Augusti, quum temperatura externa esset 20°, sequentes invenit temperaturas:

Temperatura saxi.	Temp. aquae in cuniculis.	Altitudo infra solum.
0	12°5	0 metr.
12°5	12°0	50 ...
12°0	»	100 ...
12°0	»	150 ...
12°2	»	250 ...
13°1	»	350 ...
15°0	13°7	450 ...
16°3	»	702 ...

Hae observationes nobis indicant omnium minimum caloris incrementum: nam si temperaturae saxi rationem habeamus, invenimus e. g. a 450 ad 702 metra, i. e. pro altitudine 252 metrorum, tantum incrementum 1°3.

Antequam CORDIERI, REICHII et BORUSSICAS observationes commemoremus, videamus primum quid summus HUMBOLDTIUS in America invenerit, ubi fodinas Novae. Hispaniae, Novae-Grenadae et Peruvianas adiit (1). In prima regione fodinam perscrutatus est, quae jacet prope *Guanaxuato*, in latit. 21° 0′ 15″, altitudine 2144 metrorum supra Oceani superficiem. Temperatura media annua loci, est verosimiliter 16°, qualis est Romae. Fodina *Valencianae* tanto praedita est calore, ut in partibus inferioribus constans sit temperatura 33°. Mense Septembri temperatura aëris extra fodinam erat . . . . 19°3.

Inter *Despacho del tiro nuevo* et *Boveda de San Pablo*, inter profunditates 84 et 167 metrorum . . . . 23°7 ad 27°26.

In loco dicto *Planes de San Bernardo* in profunditate 502 metrorum 33°8.

Fons, qui ex ipsa vena metallica prodit, in profunditate 502 metrorum, habet temperaturam 36°8. Est igitur hic 3° calidior aëre, in quo operarii suum conficiunt laborem.

Fodina *Rayas*, prope Valencianensem, a nonnullis multo calidior habebatur, illa quae est in *planes de San Bernardo;* eventus tamen opinionem hancce non confirmavit.

Invenit HUMBOLDTIUS in aëre libero atmosphaerico, prope *Boca de la Mina* 20°8.

In loco, ad profunditatem 193 metrorum . . . . 33°7.

In fodinis *Vilalpando*, 3 milliariis a Guanaxuato et 2592 metris supra maris superficiem, in aëre libero . . . . 22°4.

In altitudine 134 metrorum . . . . 29°4.

In his fodinis Guanaxuato, auditus est anno 1784 magnus sonus subterraneus,

(1) *Ann. Ch. et Ph.* XIII. pag. 207.

nullo tamen subsequente terrae motu. Vulcanus *Iorillo*, qui d. 14 Sept. 1759, subito e terra surrexit, jacet ad 50 milliaria a montibus metalliferis Guanaxuato. In vicinitate horum montium adsunt fontes thermales, e basalto conglomerato prodeuntes. Illi, qui sunt prope *San Jose de Comangillas* habent temperaturam 96°2.

In fodina *Cabrerae*, prope *Moran* (in latitudine 20° 10′ 4″, altitudine 2594 metrorum, temperatura media annua aëris verosimiliter 15°8) HUMBOLDTIUS invenit,

quum esset aër externus . . . . 10° ad 11°8.

in cuniculo *del Conde de Regla*, ad profunditatem 50,2 metrorum,

sine vestigiis metalli in porphyro transitionis . . . . 21°2.

aqua in illa profunditate indicabat . . . . 17°1.

In pago *Tehuilotepec*, prope Tasco, (in latitudine 18° 35′ 0″, altitudine 1791 metrorum, temperatura media annua verosimiliter 20°) HUMBOLDTIUS invenit thermometrum in aëre libero indicans die 25° ad 26°, nocte 16° ad 17°.

In cuniculo *San Ignacio*, ubi nullus operarius neque aeris circuitus, in

altitudine 109 metrorum . . . . 24°3.

aquae fodinae in eadem altitudine . . . . 20°.

Erant igitur Morani aquae fodinarum 4° et Tehuilotepeci 4°3 frigidiores aëre circumeunte.

In Nova-Grenada HUMBOLDTIUS observavit in fodina Sanctae Anae, aërem fodinae ubivis 21°4, quum aër externus esset die 22°5, nocte 18°7. Sed fodina tantum habebat altitudinem 68 metrorum. Jacet in latitudine Septentrionali 5° 10′, altitudine 974, in regione cujus temperatura media, verosimiliter est 21° ad 22°.

In regno Peruviano HUMBOLDTIUS instituit observationes suas in locis celsissimis, prope *Hualgayoc*, haud procul a *Micuipampa*, in dorso *Andium Chotae*, in latitudine 6° 43′ 38″. Altitudo loci ibi erat 3539 metrorum; temperatura media loci verosimiliter 7°8.

Mons ipse metallifer Hualgayoci videtur eminere 4092 metris supra Oceani superficiem. Invenit HUMBOLDTIUS temperaturam aëris liberi 5° ad 6°.

In fodina, dicta *de Guadalupe*, aër cuniculi erat 14°3.
Aqua fodinae . . . . 11°2.
In fodina *del Purgatorio*, valde sicca, aër erat . 19°6.

Tanta temperatura 19°6, in loco tam excelso, ut fere altitudini montis, dicti *Pic de Ténériffe* aequalis sit, omnino notatu digna est. Locus ubi temperatura in fodina *del Purgatorio* determinata est, fere 25 metris infra alterum illum in fodina *de Guadalupe* jacet. Nec tamen accurate horum locorum altitudines designari possunt, quum mons, in quo fodinae excavatae sunt, valde irregularis sit formae. Tamen circiter cum superficie soli Micuipampae coincidere videntur h. e. 3539 metris supra Oceanum. Habent igitur hi loci interni temperaturam aëris 14°3 et 19°6, aquae 11°2, quum temperatura locorum externorum, in eadem fere altitudine sitorum, sit 7°8.

In Gallia, praeter memoratas AUBUISSONI observationes aliae etiam magna industria factae fuerunt eaeque a praecone caloris centralis, CORDIERO, in tribus Galliae locis, a se invicem valde distantibus, dictis Carmeaux, Decetia (Decises) et Littry (1). Putavit ille, ad hoc propositum fodinas lithantracum maxime idoneas esse, inprimis quia in his excavationes tam celeriter effodi possunt, ut thermometra caute demissa, procul dubio temperaturam soli assumere cogantur.

Thermometra involvit septuplici charta serica (papier de soie) atque inclusit tubo e ferro stanno obducto (fer-blanc) confecto, quo diutius temperaturam semel acquisitam servare posset. Invenit CORDIERUS, thermometra ita instructa, quum in

---

(1) *Cordier in Mém. de l'Institut* VII. pag 518.

glaciem immergerentur fundentem, ante elapsa 12 minuta prima a 15° ad 0° descendere. In arena humida deposita indigebant 20 minutis, ut 8° temperaturae primitivae amitterent.

Primas observationes fecit in fodinis, quae sunt prope pagum Carmeaux, in provincia a Tarni fluvio nomen ducente (*département du Tarn*). Experimenta sua instituit in duabus fodinis, semi-milliario a se invicem distantibus. Hae erant satis recenter inchoatae et jacebant in solo nondum elaborato (sol vierge).

Fodina dicta *Castillan*, in quam CORDIERUS descendit d. 19 Septembris a. 1825, jacet in ripa laeva fluvioli *Cérou*, sed satis longe ab eo distat. Constabat tunc fodina e puteo, 316 metris alto, et uno cuniculo, per 4 menses elaborato, et ad 62 metra perducto. Aër externus indicabat 24°: aër cuniculi fere nullo circuitu agitatus, prope cuniculi tectum (plafond de la galerie) 23°6. In medio strato lithantracum, et in angulo remotissimo foramen fodi curavit CORDIERUS 65 centrimetris profundum, diametri 4 centrimetrorum atque angulo 15° deorsum inclinatum. Foramen tempore 6 minutorum primorum confectum est, neque instrumentum ferreum ad hoc adhibitum, illo labore notabiliter calefactum fuit. Thermometrum in foramen demissum fuit, ibique, aperturâ bene clausâ, per horam remansit: horâ exactâ ostendit 19°5. Locus, ubi experimentum institutum fuit, jacebat 192 metris infra superficiem soli.

Foramen oblique fuit inclinatum a CORDIERO, quia aër saxo erat calidior: quum igitur aër ille qui in foramen penetraverat, temperaturâ hujus parietum frigefactus esset, pondere suo in illo manere cogebatur. Si aër saxo frigidior fuerit, foramen sursum inclinandum fuisset.

Altera fodina, in quam descendit CORDIERUS prope Carmeaux, dicebatur *du Ravin;* jacet autem in ripa dextra fluvioli Cerou. Eam adiit annis 1822 et 1825. Ambobus temporibus fere eumdem eventum habuere ejus observationes: factae sunt

illae in extrema parte infimi cuniculi, in altitudine 181,9 metrorum. Easdem cautelas adhibuit, quas in priore fodina: thermometrum per horam in foramine obturato relictum ostendit 17°1.

Ut jam vero incrementum caloris bene definiretur, necessario cognosci debuit temperatura media annua regionis. Hanc determinare conatus est CORDIERUS, ope aquae puteorum, prope has fodinas sitorum.

Haud procul a fodina *Castillan* erat puteus aquae dulcis perennis, prope hospitium Bigorrae: profundus ille erat 13 metris. Die 19 Septembris 1825 in hoc puteo aqua ad 3 metra asscendebat: aqua mixta in situla, nec exhausta antequam temperaturam aquae circumdantis assumsisset, ostendit 13°15; quod referendum ad altitudinem 11,5 metrorum.

In puteo aquae perennis prope domum Veriac, 400 metris distante a fodina du Ravin, invenit eodem modo 12°9 pro altitudine 6,2 metrorum.

Putat CORDIERUS prioris puteï temperaturam pro media regionis habendam esse, quia invenerunt SAUSSURIUS (1) et ARAGO, in simili soli formatione, radios solares ad altitudinem 10 metrorum, tantum post spatium sex mensium penetrare. Indicavit igitur aqua temperaturam veris, quae anno 1825, mediae annuae perquam similis fuit.

Hac itaque temperatura puteï, prope hospitium Bigorrae, sumta pro media regionis, habebimus in fodina *du Ravin*, incrementum 3°95 pro altitudine 170 metrorum sive 1° pro 43,14 metris, et in fodina *Castillan* 6°35 pro altitudine 180,5 metrorum sive 1° pro 28,42 metris.

Hanc satis notabilem incrementi caloris differentiam, explicari posse ratus est CORDIERUS e variis stratis, fodinis subjacentibus, caloremque inaequaliter conducentibus.

(1) *De Saussure Voyages dans les Alpes*, § 1423.

(2) *Ann. Ch. et Ph.* XXX, pag. 396.

Fodinae prope Decetiam, quas deinceps adiit CORDIERUS, jacent in provincia dicta *département du Nièvre*, in regione multis collibus distincta. Putat CORDIERUS, ibi, sicut in reliquis Galliae regionibus, strata lithantracum jacere supra saxum primitivum. In duobus fodinae locis temperaturam indagavit.

In loco inferiore, eodem, quo supra, modo temperaturam indagavit. Thermometrum demissum fuit in foramen, 171 metris a superficie soli confectum. Post 50 minuta prima indicavit 22°1.

Aër in cuniculo prope solum indicabat 22°2, prope tectum 23°22.

In loco superiore, 107 metris a superficie, quum foramen foderetur, fere semi-hora ad id requisita fuit, propter stratum interjacens schistae tenacissimae. Instrumentum ferreum saepius in aquam fuit immersum, ne nimio calore afficeretur, illumque saxo communicaret. Thermometrum per horam et quartam partem in hoc foramine relictum, indicavit 17°78. Aër prope tectum 21°6, prope fundamentum 20°35.

Temperatura media annua regionis rursus ex aqua puteorum, fere supra locos observationum jacentium, determinata fuit. In puteo dicto *aulae vexillorum* (cour des pavillons), aqua mixta indicavit 11°77, pro altitudine 16,9 metrorum. In puteo, a *Pelissone* quodam nomen gerente, temperatura observata fuit 11°4 pro altitudine 8,8 metrorum.

Si priorem temperaturam pro media regionis admittamus, habebimus incrementum temperaturae 1° pro 15,52 metris; si posteriorem 1° pro 14,31 metris. Unde liquet ibi multo celerius accrescere calorem, quam in fodinis prope Carmeaux.

Monet hoc loco CORDIERUS, fontes aquae dulcis perennes, saepe praebere optimam opportunitatem ad determinandam temperaturam mediam regionis, in qua inveniantur, inprimis si plures observationes, certis anni temporibus, institui pos-

sint. Illustrat hoc exemplo puteï, qui prope domum suam in Horto Regio Parisiensi (1) invenitur.

Tertia fodina, quam investigavit CORDIERUS, jacet prope Littry, in regione collibus non valde conspicua.

Adiit primum fodinam, dictam *Sti Caroli*, quae constabat e puteo, 105 metris alto, cuniculo sinuoso, 180 metris longo, et nonnullis excavationibus, ab hoc cuniculo incipientibus. Spatium cuniculi cum his excavationibus erat circiter 2,860 metrorum cubicorum.

Stratum lithantracum erat 2,5 metris crassum, constabat e schista variae duritiae, cum lithantracibus mixtae: opus in cuniculo, tantum 3 metris per hebdomadem provehebatur.

Per 15 menses jam 12 operarii in hac fodina laboraverant: opus totum illustrabatur 12 candelis. Valebat, secundum CORDIERI calculum, praesentia operariorum et candelarum, augere una hora temperaturam massae aëris, in operibus obviae, 3°. Quum intraret CORDIERUS in fodinam, d. 22 Augusti 1823, aër externus indicabat 20°7: quum exiret 18°15.

In loco, ubi cuniculus cum puteo conveniret, aër in fastigio erat 20°7, in solo 20°1. In ipso cuniculo, 40 metris a praecedente loco, aër prope fastigium indicabat 19°4 et in extremo cuniculo 21°66.

Ut temperaturam soli inveniret CORDIERUS, usus est duobus foraminibus, angulo 10° inclinatis, prope se invicem sitis, 99 metris infra superficiem soli. Thermometra, solitis adhibitis cautelis, in iis deposita fuerunt. Unum foramen 62 centimetris, alterum 52 centim. in solum penetraverat. Thermometrum in priore depositum indicavit post horam 16°, alterum in posteriore 16°27. Media harum observationum, 16°135 erit fere temperatura solo propria.

(1) *Vid. l. l.* pag. 529.

Temperaturam mediam regionis deduxit CORDIERUS e temperaturis mediis urbium Rothomagi (Rouen) 10°8, Meduanae (Mayenne) 11°1, Maclovíopolis (St Malo) 12°3, a Patre COTTIO ita determinatis; eamque definivit 11°. Incrementum medium temperaturae, in fodina Littrensi, erit igitur 1° pro 19,28 metris.

Observationum igitur CORDIERI summa haec est:

		LOCUS OBSERVATIONUM.	ALTITUDO LOCI OBSERVATIONIS.	TEMPERATURA OBSERVATA.	NUMERI OBSERVATIONUM INTER SE COMPARATARUM.	INCREMENTUM ALTITUDINIS PRO CALORE 1° AUCTO.
			metr.			metr.
CARNEAUX.	1.	Aqua puteï *Veriac*	6,2	12°9	N°.1&3.	41,83
	2.	Aqua puteï *Bigorrae*	11,5	13°15	» 1&4.	28,15
	3.	Saxum in fundo fodinae *du Ravin*	181,9	17°1	» 2&3.	43,14
	4.	Saxum in fundo fodinae *de Castillan*	192	19°5	» 2&4.	28,42.
LITTRY.	1.	Superficies Soli	0	11°		
	2.	Saxum in fodinae fundo *Sti. Caroli* — locus a. . .	99	16°	N°.1&4.	19,28
	3.	Saxum in fodinae fundo *Sti. Caroli* — locus b. . .	99	16°27		
	4.	Saxum in fodinae fundo *Sti. Caroli* — medium horum.	99	16°135		
DECISE.	1.	Aqua puteï *Pelisson*	8,8	11°4	N°.1&3.	15,52
	2.	Aqua puteï *Vexillorum* . . .	16,9	11°67	» 2&4.	15
					» 1&4.	15,16
	3.	Saxum in fundo fodinae — locus superior	107	17°78	» 2&4.	14,92
	4.	Saxum in fundo fodinae — locus inferior	171	22°1	» 3&4.	14,81

Ex hac tabula CORDIERUS concludi posse aït, incrementum altitudinis pro incremento 1° caloris esse, in fodinis Carmeaux 36 metrorum, in fodinis Littrensibus 19, in fodinis Decise denique 15 metrorum.

In REGNO BORUSSICO (1), autem multae etiam observationes institutae sunt, de calore fodinarum, inde ab anno 1828, suadente viro celeberrimo ALEXANDRO HUMBOLDTIO, hoc proposito ut et ibi determinaretur, num omnes loci interni telluris nostrae, habeant temperaturam constantem, et qua ratione haec cum profunditate crescat. Foramina idcirco facta sunt in fodinarum locis maxime siccis, atque thermometra in iis deposita, quae materie calorem male conducente circumdata erant, ita tamen ut scala facile observari possit.

1. In regione *Alta-Silesica*, primae observationes factae fuerunt, in fodina dicta *Friedrichsgrube*, unde plumbum hauritur, prope *Tarnowitz*.

Unum thermometrum depositum fuit 10,4 metris infra soli superficiem.

Temperatura media e 24 observationibus fuit.	7°83.
Maximum observatum d. 1 Dec. 1828.	8°38.
Minimum d. 1 Aprilis 1829	7°13.
Differentia maximum inter et minimum.	1°25.

Observationes perductae fuerunt a 1° Decembris 1828 usque ad 15 Novembris 1829, bis unoquoque mense.

Alterum thermometrum, in loco 39,5 metris profundiore demissum, ostendit constanter per 30 observationes 8°25.

2. In fodina, dicta *Charlotte*, prope *Czernitz*, temperatura observata fuit, in loco 14,6 metris infra soli superficiem, a 1° Septembris 1828, usque ad 30 Aug. 1829, quotidie.

---

(1) *Poggend. Ann.* XXII, p. 497.

Media temperatura observata fuit.	7°89.
Maximum d. 22 Aug. 1829.	10°75.
Minimum d. 30 Jan. 1829.	5°13.
Differentia inter haec.	5°62.

Nimis magnae hae temperaturae variationes ortum duxisse videntur, ex aëris externi aditu, non sedulo prohibito.

Alterum thermometrum depositum fuit in loco 100,4 metris infra soli superficiem, in foramine in lithantracibus caeso; temperatura media in illa observata fuit 11°05. Eodem temporis spatio, quo thermometrum superius observatum fuit: quater maximum observatum, variis anni temporibus, fuit 11°38.

minimum observatum d. 25 Aug 1829.	10°13.
Differentia inter haec.	1°25.

3. In fodina lithantracum, dicta *Amalienswunsch*, prope *Bielschowitz*, thermometrum depositum fuit 8,6 metris, infra soli superficiem, in ipsis lithantracibus et observatum primum quotidie, deïnceps quater unoquoque mense, a 1° Martii 1829 usque ad 28 Februarii 1830.

Temperatura media observata fuit.	8°.
Maximum a 1° ad 29 Martii 1830.	8°88.
Minimum a 15 ad 21 Maji 1830.	7°31.
Differentia inter haec.	1°57.

Notatu dignum est in loco, soli superficiei tam propinquo, temperaturam cursu processisse valde diverso a cursu aëris externi.

Temperatura haec non collata fuit cum temperatura profundioris ejusdem fodinae loci, sed cum illa, quae fuit observata in alia fodina, dicta *Haupt-Schlüs-*

sel, prope *Zarbze*, semimilliario a priore distante; ubi observatio facta est in altitudine 49 metrorum.

Temperatura ibi per totum annum, a. d. 1° Martii a. 1830, usque ad finem mensis Februarii a. 1831, quotidie observata, erat constans 9°84.

4. In fodina lithantracum, dicta *Catharina*, prope *Rudam*, thermometrum depositum fuit 10,4 metris infra soli superficiem, adhibitis cautelis ut quantum fieri posset, aëris externi actio arceretur. Observationes factae sunt mensibus Martio et Aprili, a. 1830, quotidie; inde perductae quater in mense usque ad d. 28 Febr. a. 1831.

Temperatura media.	8°36.
Maximum observatum d. 17 Aug. a. 1830.	10°31.
Minimum observatum variis diebus mensium Martii et Aprilis 1830.	6°56.
Differentia inter haec.	3°75.

Cautelae igitur illae adhibitae non prohibuerunt quominus variationes satis notabiles observarentur.

Locus observationis inferior, jacebat 47 metris infra soli superficiem et distabat 176 metris a priore loco. Observationes factae sunt a d. 1 Martii 1830 usque ad 28 Februarii 1831.

Temperatura media.	10°14.
Maximum observatum variis diebus.	10° 5.
Minimum item.	9°88.
Differentia inter haec.	0°62.

5. In fodina cupri, dicta *Neuer Adler* prope *Rüdelstadt*, primae observationes institutae fuerunt, quarum eventus proposito non satisfecit. Deinceps hae aliis locis repetitae sunt.

Superius thermometrum depositum fuit in loco 20,8 metris infra soli superfi-

ciem, atque observatum a d. 11 Nov. 1829 usque ad d. 13 Jan. 1831, tres si excipias menses, per quos locus observationis inferior submersus fuit.

Temperatura media.	8°64.
Maximum observatum d. 26 Sept. a. 1830.	9°06.
Minimum dd. 22 Aprilis et 25 Maji a. 1830.	8°13.
Maximum observatum.	0°93.

Thermometrum inferius depositum fuit 120 metris, infra soli superficiem.

Ejus temperatnra media fuit.	9°34.
Maximum observatum.	9°38.

5. In regione *Löbejuna*, unde lithantraces hauriuntur, primae factae sunt observationes in fodina, dicta *Hoffnung-Schachte;* quae, quum minus accuratae viderentur, observatores alium locum adierunt, dictum *Gotthilf-Schachte*, ubi thermometrum depositum fuit 17°7 metris infra soli superficiem et observatum a d. 3 Julii ad d. 30 Decembris a. 1830.

Temperatura media e 25 observationibus.	10°75.
Maximum observatum dd. 3 et 10 Julii a. 1830.	12°19.
Minimum dd. 24 et 30 Dec. a. 1830.	8°75.
Differentia inter haec.	3°44.

Thermometrum inferius depositum 145,6 metris infra soli superficiem, observatum est unaquaque hebdomade a mense Septembri a. 1828 usque ad d. 30 Dec. a. 1830, h. e. per duos annos et tres menses constantemque ostendit temperaturam 13°75.

7. In regione *Mansfeldica*, observationes factae sunt in fodina cupri prope *Eisleben*.

Thermometrum superius depositum fuit 10,4 metris infra soli superficiem, et a d. 14 Aug. 1829 usque ad d. 31 Dec. 1830 observatum.

Temperatura media fuit. . . . . 9°59.

Maximum variis diebus m. Sept. et Oct. 1829. . . . . . . 10°19.

Minimum d. 5 Febr. 1830. . . . . 9°19.

Maxima differentia. . . . . 1°

Inferius collocatum fuit 121,7 metris infra soli superficiem, iisdem, quibus superius, temporibus observatum.

Temperatura media fuit. . . . . 9°81.

Maximum variis diebus observatum. . . . . 10°2.

Minimum d. 15 Febr. a. 1830. . . . . 8°95.

Differentia maxima. . . . . 1°25.

8. In fodina lithantracum, dicta *Trappe* prope *Wetter*, thermometrum observatum, in altitudine $8^{m}6$ infra soli superficiem, primum a d. 27 Februarii usque ad d. 29 Dec. 1829, deinceps a d. 12 Jan. ad d. 30 Dec. 1830.

Temperatura media e prioribus observationibus fuit. . . . . 10°1.

E posterioribus. . . . . 10°

Temperatura media omnium observationum. . . . . 10°05.

Thermometrum alterum 110 metris infra superius depositum fuit, et eodem modo observatum.

Prima observationum series dedit temperaturam mediam. . . 10°45.

Altera. . . . . 10°03.

Temperatura media omnium observationum fuit ergo. . . . . 10°21.

Temperaturae superioris et inferioris thermometri, tam exiguam praebent differentiam, ut verosimile sit, aërem qui magno circuïtu permeare fodinam cogatur, atque uniformem in ea reddat temperaturam, non leve momentum habuisse in thermometra.

9. In fodina lithantracum dicta *Neue Ack* prope *Essen*, thermometrum depositum fuit 9,4 metris infra soli superficiem.

Quum non in lithantracibus, sed in arenaria collocatum esset, variationibus multis temperaturae externae obnoxium fuit. Differentia summa maximam inter mininamque temperaturam, exstitit exinde 7°; quae certe est valde notabilis.

Media omnium observationum quae numero 123 fuerunt, atque institutae sunt a d. 12 Januarii a. 1829 usque ad d. 29 Decembris a. 1830, fuit 9°07.

In loco inferiore hujus fodinae duo posita sunt thermometra, 69,6 metris infra superius illud instrumentum. Unum horum thermometrorum, littera A notatum, eodem modo quo reliqua thermometra, expositum fuit: alterum littera B designatum, demissum fuit in foramine, 1,3 metris profundo, unde filo, in unaquaque observatione protrahebatur.

Observationes cum utroque perductae sunt a d. 2 Julii a. 1829 usque ad d. 29 Dec. 1830, atque numero 79 factae; temperaturae mediae fuerunt

pro thermometro A. . . . . 10°23.

pro thermometro B. . . . . 10°43.

Maxima observationum differentia fuit

pro thermometro A. . . . . 1°25.

pro thermometro B. . . . . 0°75.

10. In fodina *Stahlberg*, prope *Müsen*, thermometrum superius collocatum fuit 10,4 metris infra soli superficiem, more solito. Observationes institutae a d. 9 Aug. 1828 usque ad d. 27 Dec. 1830.

Temperatura media 123 observationum fuit. . . . . 7°3.

Differentia maximum inter et minimum. . . . . 2°68.

Thermometrum inferius collocatum fuit 96 metris infra superius, iisdemque diebus observatum.

Temperatura media harum 123 observationum fuit. . . . . 8°66.

Maxima differentia. . . . . 0°15.

11. Fodina *Vieslap*, prope *Herzogenrath*, una e profundissimis est lithantracum fodinis totius regni Borussici.

Thermometrum superius littera A notatum, depositum fuit 8,3 metris infra soli superficiem, atque observatum bis quovis mense a d. 9 Januarii 1829 usque ad d. 21 Aug. 1830. Temperatura media ibi 40 observationibus determinata fuit 8°84.

Eodem tempore, aliud thermometrum D notatum, demissum fuit in altitudinem 230,8 metrorum infra superius; temperatura media etiam 40 observationibus definita, fuit 14°5.

Deinceps insuper duo alia thermometra, aequalibus altitudinis intervallis, inter A et D collocata fuerunt, litterisque B et C designata. Observata fuerunt a d. 10 Julio a. 1829 usque ad d. 26 Junii a. 1830.

Temperatura media 26 observationum thermometri B fuit 8°97.

Thermometri C constans fuit temperatura . . . . . . 9°83.

Infra thermometrum D etiam quintum, aequali distantia superioribus, suspensum fuit; cujus tamen temperatura nondum satis accurate definiri potuerat, quum hae observationes in lucem ederentur.

En, Lector Benevole! brevis enarratio observationum de temperatura, cum altitudine infra soli superficiem crescente, in regno Borussico institutarum. Qui accuratiorem illarum sibi petit relationem, ipsas adeat POGGENDORFII *Annales* l. c.

Quam diversa autem fuerint incrementa temperaturae in illis fodinis observatae, ostendit sequens tabella, e majore magnaque industria confecta tabula, quae invenitur in Annalibus citatis, excerpta. Ibi enim habemus,

1.	in	fodina	*Friedrichsgrube*,	pro 1°,	incrementum	altitudinis	91,5	metrorum.
2.	»	»	*Charlotte*	»	»	»	27	»
3.	»	»	*Amalienswunsch*	»	»	»	22,6	»
4.	»	»	*Catharina*	»	»	»	18,3	».
5.	»	»	*Neuer Adler*	»	»	»	40,9	»
6.	»	»	*Gotthilfschacht*	»	»	»	28,3	»
7.	»	»	prope *Eisleben*	»	»	»	114,4	»
8.	»	»	*Trappe*	»	»	»	77,4	»
9.	»	»	*Neue Ack*	»	»	»	48,6	»
10.	»	»	*Stahlberg*	»	»	»	74,8	»
11.	»	»	*Vieslap*	»	»	»	40,5	»

Si jam insuper observemus hos numeros, non esse ex ipsis observationibus, sed e calculo earum correcto, deductos, assentiemus summo fodinis praefecto GERHARDO, qui has observationes retulerit, dicenti: » e multis his diversisque valoribus » temperaturae crescentis mediis, patet, has observationes nondum suffecisse ad de- » terminandam generalem legem incrementi, quam calor telluris internus sequatur."

Ultimo denique loco exponam recentissimas, quas ego cognoverim, de temperatura fodinarum, observationes. Factae illae sunt a REICHIO et singulari libello (1) consignatae:

Institutae autem sunt, auspice viro nobilissimo VON HERDER, fodinis in Saxonia summo praefecto, qui anno 1824 de hac re, quum Parisiis degeret, ALEXANDRUM HUMBOLDTIUM, ARAGONEM, CORDIERUMQUE consuluerat.

REICHIUS, ut observationes suas, quantum fieri posset, ab aëris vicissitudini-

(1) F. REICH, *Beobachtungen über die Temperatur des Gesteins, in den Gruben des Sächsischen Erzgebirges in den Jahren* 1830 *bis* 1832. Freiberg 1834.

bus defenderet, thermometra adeo magna confici curavit, ut bulbus 40 pollicibus mensurae Dresdenae, in foramen, arena repletum penetraret, scala tamen extra foramen prodiret, ita ut facile temperaturae gradus observari possent. Thermometra haec non mercurio, sed alcohole repleta erant. Conferebantur autem singula, cum tribus thermometris Parisiis a FORTINO confectis, quae tamquam normae reliquorum thermometrorum habebantur. Divisiones thermometrorum adeo magnae erant, ut facile pars 0,01 vel 0,02 gradûs observari posset. Hoc idcirco commodum visum est, ut errores ab inexperto observatore committendi jam valde exigui forent, et vel minimae temperaturae variationes apparerent in locis, ubi forte ab aliis constans temperatura observata fuisset.

Praecepta, quae in disponendis thermometris ante oculos habuit REICHIUS, praesertim haec erant.

1. Quantum fieri potest, magna esto distantia a locis aëris externi mutationibus obnoxiis, et ab iis ubi multi adsunt operarii.
2. Thermometra ejusdem fodinae, siquidem res sinat, in eodem verticali suspenduntor.
3. In unaquaque fodina, unum thermometrum in loco superficieï, alterum in loco fundo proximo collocator: inter haec unum alterumve insuper, aequalibus, si fieri potest, distantiis deponitor.
4. Thermometrum superiùs immittitor in saxum fixum, nec solum elaboratum supra illud invenitor.
5. Foramen, in quo thermometrum locetur, tantam amplitudinem habeto, ut bulbus ab omni parte 40 pollicibus a libera saxi superficie distet, atque ut in observatione graduum thermometri, nulla parallaxis obtineat.
6. Omnia foramina quam maxime sicca sunto.

Praecepto secundo numquam rite obtemperatum fuit: reliquis obtemperare

saepe fuit perdifficile; omnium difficillimum autem invenire locum idoneum, ubi deponeretur thermometrum soli superficieï proximum.

Reichius hoc modo 45 disposuit thermometra in 14 fodinis. Invenit jam statim, in paucissimis tantum locis thermometra indicare temperaturam constantem, unde ipsi apparuit aëris variationes majorem exercere vim, in temperaturam saxi parietum, quam antehac rati fuissent viri docti. Hanc rem ergo accuratius investigavit reichius in nonnullis locis, suspensis thermometris libero in aëre, prope illa quae foraminibus, arena repletis, inclusa essent; invenit autem in genere, posteriora prioribus majorem indicare temperaturam mediam. Thermometra soli superficieï proxima inservire debebant ad determinandam temperaturam mediam regionis, in qua deponebantur. Haec ter unaquaque hebdomade observabantur. In eorum vicinitate alia suspensa erant thermometra, in aëre libero atmosphaerico, quo promptior aëris et soli temperaturae comparatio institui posset.

Reliquorum thermometrorum, ad varias altitudines in fodinis demissorum, notabantur temperaturae, bis per hebdomadem. Exactis tribus mensibus reichio referebatur, quid observatum fuisset. Pleraeque hae observationes ita per tres annos continuatae fuerunt.

In determinandis altitudinibus, omnes hae relatae sunt a reichio ad punctum normale, in ponte Albis fluvii Dresdae notatum; quod punctum autumant situm esse 101,6 metris supra Oceani superficiem.

Singulas hic enarrare reichii observationes in variis fodinis, aut demonstrare quantis curis et cautelis institutae fuerint, non sinunt dissertationis limites. Summam omnium observationum haec tabula in conspectum dabit.

NOMEN REGIONIS.	NOMEN FODINAE.	ALTITUDO SUPERFICIEI SOLI SUPRA MARIS LIBELLAM.	LOCUS OBSERVATIONIS.	ALTITUDO SUPRA MARIS LIBELLAM.	PROFUNDITAS INFRA SOLI SUPERFICIEM.	DIUTURNITAS OBSERVATIONUM MENSIBUS EXPRESSA.	TEMPERATURA MEDIA.	DIFFERENTIA MAXIMUM INTER ET MINIMUM.
Friberga.	Himmelsfürst.	467,7.	1.	467,7.	7,6.	36.	8,09.	4,88.
			2.	386,4.	81,3.	—	10,76.	0,12.
			3.	309,2.	158,5.	—	12.32.	0,11.
			4.	219,7.	248,0.	—	13.26.	0,17.
	Beschertglück.	471,4.	1.	357,5.	113,9.	36.	9,70.	0,70.
			2.	248,2.	223,2.	—	11,73.	0,16.
			3.	172,9.	298,5.	6.	15,30.	0,08.
			4.	141,9.	329,5.	29.	14,84.	2,13.
			5.	83,4.	388,0.	3.	18,17.	0,18.
	ChurprinzFriedrich August.	314,2.	1.	307,0.	7,2.	36.	8,25.	6,75.
			2.	196,9.	117,3.	—	11,83.	1,19.
			3.	119,3.	194.9.	—	13,07.	0,48.
			4.	13,2.	301,0.	—	15,71.	0,77.
	Neue Hoffnung Gottes.	315,9.	1.	327,9.	1,8.	24.	8.15.	7,62.
			2.	218,5.	97,4.	27.	10,95.	0,34.
			3.	147,1.	168,8.	27.	9,37.	1,79.
			4.	72,2.	243,7.	26.	11,77.	2,15.
	Mathusalem	403,0.	1.	333,0.	70,0.	33.	8,83.	0,07.
Schneeberg.	St. Georg.	456,1.	1.	448,6.	7,5.	24.	8,23.	2,53.
			2.	347,3.	108,8.	27.	9,13.	0,68.
	Urbanus.	468,8.	1.	453,3.	15,5.	27.	8,68.	1,23.
			2.	429,4.	39,4.	27.	9,16.	0,25.
	Wolfgang.	546,6.	1.	479,2.	67,4.	—	8,45.	0,21.
			2.	410,4.	136,2.	—	10,95.	0,14.
			3.	338,6.	208,0.	26.	12,06.	0,44.

NOMEN REGIONIS.	NOMEN FODINAE.	ALTITUDO SUPERFICIEI SOLI SUPRA MARIS LIBELLAM.	LOCUS OBSERVATIONIS.	ALTITUDO SUPRA MARIS LIBELLAM.	PROFUNDITAS INFRA SOLI SUPERFICIEM.	DIUTURNITAS OBSERVATIONUM MENSIBUS EXPRESSA.	TEMPERATURA MEDIA.	DIFFERENTIA MAXIMUM INTER ET MINIMUM.
Schneeberg.	Weisse Hirsch.	437,8.	1.	390,2.	47,6.	27.	8,94.	1,46.
			2.	331,4.	106,4.	—	8,78.	1,16.
			3.	282,4.	155,4.	—	12,16	0,90.
			4.	217,8.	220,0.	18.	14,75.	0,68.
Johann Georgenstadt.	Gnade Gottes u. Neujahrs Maassen.	815,6.	1.	810,0.	5,6.	30.	6,18.	2,43.
			2.	674,9.	140,7.	27.	9,32.	0,05.
Schwarzenberg.	Erla Rotheberg	470,2.	1.	464,8.	17,2.	27.	8,05.	0,89.
			2.	404,6.	65,6.	—	10,40.	0,20.
			3.	332,3.	137,9.	—	11,52.	0,50.
Ehrenfriedersdorf.	St. Christoph.	568.	1.	558,0.	10,0.	30.	5,68.	3,84.
	Segen Gottes.	568.	1.	476,7.	91,3.	—	5,68.	0,49.
	Alexander.	501,0	1.	470,2.	30,8.	—	8,56.	0,18.
Annaberg.	MarkusRöhling	570,0.	1.	570,0.	11,0.	27.	6,41.	1,02.
			2.	451,8.	118,2.	—	10,79.	0,34.
			3	346,0.	224,0.	—	14,24.	3,31.
			4.	256,9.	313,1.	—	17,75.	0,21.
Altenberg.	Stockwerk.	765,8.	1.	754,5.	11,3.	24.	5,96.	3,67.
			2.	635,6.	130,2.	—	5,65.	0,76.
			3.	586,7.	179.1	—	8,23	0,22.
			4.	519,7.	246,1	—	10,41.	0,13.

Ex his observationibus REICHIUS, quodnam sit incrementum caloris, pro certo altitudinis incremento, infra soli superficiem, hoc modo determinandum esse putat.

Sint altitudines duorum locorum, in eadem fodina, supra maris superficiem H_1 et H_2, ubi H_1 spectat altiorem locum, ita ut $H_1 > H_2$, sintque temperaturae horum locorum T_1 et T_2, ad scalam centigradam relatae. Comparatio horum locorum dabit pro altitudine 100 metrorum, incrementum temperaturae

$$x = \frac{100\,(T_2 - T_1)}{H_1 - H_2}.$$

Haec quantitas x valde diversa est pro diversis fodinis. Ex omnibus his quantitatibus mediam maxime probabilem quaesivit. Singularum enim observationum eventus (x) habent valorem valde diversum, quem respicere debemus, si computemus eventum ultimum omnium observationum, ut hic sit maxime probabilis. Valor eventûs unius pendet

1° a diuturnitate temporis observationis.

2° a differentia altitudinis locorum inter se comparatorum.

3° ab actione majore vel minore causarum externarum in temperaturas observatas.

Dicit REICHIUS valorem unius eventûs crescere cum diuturnitate temporis observationis, sed non in ratione simplici, quae foret nimis magna, nam observatio quaedam e. g. non habet valorem duplo majorem post duos annos, quam habet post unum. Statuit ergo REICHIUS, valorem observationis augeri in ratione radicis quartae temporis observationis: quem valorem non nisi arbitrario statui posse ipse REICHIUS affirmat.

Valor unius eventûs ponitur in recta ratione differentiae altitudinum.

Quod attinet ad actionem causarum externarum in thermometra, statuit REICHIUS valorem eventûs crescere cum diminutione differentiae maximum inter minimumque gradum in thermometro observatum. Non tamen ponit hunc valorem esse in ratione simplici inversa ipsius differentiae, sed ejus radicis secundae.

Numerus observationum singularum non auget valorem eventûs, quia adeo frequentes fuerunt observationes, ut temperatura media unius mensis, accurate determinata fuerit.

Sit ergo valor unius eventûs P, diuturnitas observationum T, numero mensium determinata, differentia altitudinum duorum locorum inter se comparatorum $H_1 - H_2$, metris expressa; differentia maximae minimaeque temperaturae, in altiore loco D_1, in inferiore D_2, gradibus centesimis definita.

Valor P determinabitur hac aequatione;

$$P = \frac{(H_1 - H_2)\sqrt[4]{T}}{\sqrt{D_1} + \sqrt{D_2}}.$$

Ex tabula supra exposita REICHIUS computavit 68^{ies} x, pro variis fodinis, valoremque uniuscujusque x, ex postrema aequatione determinavit.

Deinceps invenit pro eventu ultimo

$$\frac{S.\ P^2\ x}{S.\ P^2} = \frac{15833358}{6624444} = 2^\circ{,}39,$$

quo igitur indicatur incrementum medium temperaturae pro altitudine 100 metrorum sive 1° pro 41,84 metris.

Supposito nullo errore constante, error probabilis erit, judice REICHIO, in superiore calculo $= 0^\circ{,}065$.

Quod attinet ad probabilitatem erroris constantis, monendum censet REICHIUS, nonnullas causas ita agere ut augeant, alias ut minuant temperaturam fodinarum. Ad priores pertinent praesentia operariorum et luminum, explosiones per pulverem nitratum, compressio aëris: ad posteriores aër externus, qui si frigidior est aëre fodinarum semper in eas descendit, aqua e superioribus partibus versus infimas defluens, evaporatio fere non interrupta in fodinis propemodum omnibus plus minusve humidis.

Difficile autem determinari posse ait REICHIUS, quaenam causae majorem vim exerceant, quo sensu ergo constans error sit. Ipsi tamen visum est potius minutas in genere temperaturas fodinarum, quam auctas actione harum causarum fuisse.

Quum in multis fodinis temperatura pluribus quam duobus locis observata sit, quaestio inde oriri videtur: »num incrementum temperaturae revera sit in »ratione incrementi altitudinis?" Cui quaestioni nondum accurate responderi posse auctor professus est.

In una fodina, singulari modo usus est REICHIUS quo determinaret temperaturam. Ibi nempe aquae, nimis abunde profluentes, spatio inclusae fuerunt, quod contabulatione, 2 metris densa, et e lignis cuneiformibus confecta, obturatum fuit. Hoc spatium 20 metris longum, 2 metris altum et 1 metro latum erat. Tubus ductus fuit per illam contabulationem, ut ita pressio et temperatura aquae inclusae investigari possent.

Diebus 30 Sept. 1832 et 20 Martii 1833, temperatura hujus aquae a REICHIO indagata fuit. Priore die invenit, 5 institutis observationibus, temperaturam constantem 16°47; posteriore, etiam e 5 observationibus 16°42; quae differentia 0°,05 jacet inter limites erroris observationis.

Aqua haec, tam diu eodem spatio inclusa, assumsit procul dubio temperaturam saxi illam circumdantis; altitudo loci erat 279,7 metrorum infra soli superficiem, cujus temperatura media annua a REICHIO determinata fuit 8°07. Habemus igitur incrementum caloris 8°37, pro altitudine 297,7 metrorum sive 1° pro 33,4 metris, quod multo majus est incremento, supra e reliquis observationibus computato. Ita REICHIUS suam confirmatam dicit sententiam, temperaturas in plerisque fodinis observatas, potius minores quam majores genuina saxi temperatura fuisse.

Nec tantum in fodinis incrementum caloris, verum etiam temperaturas soli et aëris medias pro diversis altitudinibus supra maris superficiem idem indagavit.

Determinandis temperaturis mediis soli inservierunt observationes, quas in locis fodinarum, superficieï proximis, instituerat. Harum sumsit temperaturas medias annuas, atque ita invenit;

NOMINA LOCORUM.	ALTITUDINES SUPRA MARE.	TEMPERATURA.
	metra.	
Churprinz	314,2	8,25
Neue Hoffnung Gottes	315,9	8,15
St. Georg prope Schneeberg	456,1	8,23
Himmelsfürst	467,7	8,09
Urbanus	468,8	8,68
Erla Rothenberg	470,2	8,05
Markus Röhling	570,0	6,41
Fodina prope Altenberg	765,8	5,96
Gnade Gottes und Neujahrs Maassen prope Johangeorgenstadt	815,6	6,18

Apparet in genere diminutio temperaturae pro majore altitudine supra maris libellam, est tamen haec diminutio saepe abnormis.

Ut lex diminutionis ex iis ducatur, sit d. differentia temperaturae duarum observationum h. differentia altitudinis locorum, ubi hae observationes institutae sunt.

Diminutio temperaturae pro altitudine 100 metrorum, indicabitur hac aequatione;

$$\frac{100\ d.}{h.}$$

Si jam observationes per paria jungantur, habebimus 36 eventus quorum valor eo insignior, quo major fuerit differentia altitudinis locorum observationis.

Eventus horum omnium ultimus maximeque probabilis erit:

$$\frac{\Sigma\, h^2 \frac{100\, d}{h}}{\Sigma\, h^2.} = \frac{\Sigma\, 100\, d\, h}{\Sigma\, h^2.}$$

Unde invenit REICHIUS diminutionem temperaturae 0°,517 pro 100 metris sive 1° pro 193,4 metris. Temperatura denique media montium Saxoniae, reducta ad Oceani superficiem, determinata fuit a REICHIO 10°22. Computavit eam ex aequatione.

$$a = t + mh.$$

ubi

a est temperatura media annua, reducta ad maris libellam, pro latitudine loci observationis.

t est temperatura loci pro altitudine h.

m diminutio temperaturae pro altitudine unius metri.

Diminutionem temperaturae aëris pro variis altitudinibus determinavit REICHIUS, sumtis mediis arithmeticis, unoquoque mense, e mediis menstruïs observationum singularum horarum. Ita invenit eodem, quo supra, instituto calculo, diminutionem 0,574 pro 100 metris sive 1° pro altitudine 174,2 metrorum.

Temperatura aëris media annua, ad Oceani superficiem reducta, erat 9°27. Unde apparet temperaturam mediam annuam soli fere 1° superare temperaturam aëris. Quod etiam aliis locis observatum est.

Expositis praecipius observationibus, quae institutae sunt in fodinis, circa calorem infra telluris superficiem crescentem, promendae nobis restant hae, quae

pertinent ad temperaturam aquarum, profluentium e puteis foratis, qui vulgo Atrebatenses (*puits Artesiens*) dicuntur.

Vir doctissimus ARAGO, hanc proposuit methodum, qua scilicet vitaret objectiones, quae contra temperaturas, in fodinis observatas, moveri solent. Ratus enim est, aquam puteorum foratorum quae attingeret soli superficiem, eadem fere praeditam esse temperatura, quam habent strata interna telluris, quibus antea retinebatur. Oportet igitur ut quo profundiores sint putei, eo calidiorem aquam emittant.

Hanc rem igitur, quippe in omni disquisitione de calore telluris interno summi momenti, ulterius indagandam censuit ARAGO, multisque observationibus illustrandam (1). Quum tamen nondum omnes in lucem prodierunt, hic tantum paucas exponemus.

Primum videamus observationem institutam in pago *Saint-Ouen*, prope Lutetiam Parisiorum.

Temperatura constans observata in cellis observatorii, 28 metris infra soli superficiem	11°834.
Temperatura aquae prosilientis e puteo, 66 metris profundo	12°9.

Unde concluditur incrementum caloris 1° pro altitudine 35,6 metrorum.

Prope *Sheerness*, in confluvio Medway fluminis cum Tamesi.

Temperatura media in superficie	10°5.
Temperatura aquae, e puteo 110 metris profundo	15°5.

In puteo Turonum (Tours,) 140 metris profundo

temperatura aquae erat	17°5.
quum media superficiei esset	11°5.

Ambae hae observationes indicant altitudinem 22 sive 23 metrorum, pro incremento caloris 1°.

(1) *Annuaire du Bureau des Longitudes* 1835 p. 233.

In opere POISSONI (1) *de Calore* invenitur tabula, ab ARAGONE suppeditata, quae continet 14 observationes, hoc argumentum spectantes, institutas in vicinitate Insularum (Lille.) Illam etiam hoc loco exhibendam putavi.

NOMEN LOCI.	ALTITUDO PUTEI.	TEMPERATURA AQUAE.
	metr.	
Moulin du Pont	21,4	11°1
Lillers	23,8	11,2
Béthune	32,8	11,7
La Vacherie	34,8	11,8
Saint-André. sous-Aire	35,3	11,5
Béthune (faubourg)	35,7	11,5
Marchiennes	37,3	12,2
Gouchem	38,7	12,1
Béthune (esplanade)	38,9	12,0
Entre Lille et Marquette	40,2	12,1
Marquette (abbaye)	50,6	12,5
Aire	51,2	12,5
Marquette	53,6	12,3
Aire (fort St. François)	62,4	13,3
Saint Venant	100,5	14,1

Ex his observationibus conclusit POISSONUS in vicinate Insularum, incrementum altitudinis pro 1° esse 25,459 metrorum. Invenit hoc incrementum substitutis valoribus altitudinum et temperaturarum, hac tabella indicatis, pro x et u in aequatione.

$$u = f + gx,$$

(1) *Poisson Théorie Mathematique de la Chaleur* p. 430.

in qua f et g, sunt quantitates ab x non pendentes, et quae, pro quacunque regione experimentis determinari debent.

Adhibito calculo minimorum quadratorum, POISSONUS invenit,

$$f = 10°405 ; \quad g = 0°0393.$$

Eadem methodo determinavit ex observatione modo citata puteī qui invenitur *Saint-Ouen* prope Lutetiam Parisiorum,

$$g = 0°,0281.$$

Differentiam incrementi caloris, infra soli superficiem prope Insulas et Parisios, tribuit idem auctor variae constitutioni Geologicae harum regionum.

Prope Viennam in Austria (1) etiam multae institutae sunt observationes, temperaturam fontium Atrebatensium spectantes, quas una hic tabella exponemus.

ALTITUDO PUTEI.	TEMPERATURA AQUAE.	COPIA AQUAE QUOTIDIE EFFLUXAE. *Hectolitra.*	ALTITUDO PUTEI.	TEMPERATURA AQUAE.	COPIA AQUAE QUOTIDIE EFFLUXAE. *Hectolitra.*
met. 15,1	12°50	24	met. 34,1	11°25	136
18,9	12°38	48	34,1	11°63	939
18,9	12°38	51	34,1	11°63	978
18,9	12°75	204	34,1	11°63	204
19,9	12°50	17	36,6	11°50	139
24,6 (†)	11°63 (†)	35 (†)	43,6	11°75	144
28,4	11°25	54	45,4	11°63	62
28,4	11°25	116	47,4	12°50	34
28,4	11°50	111	47,4	13°13	61
28,4 (†)	13°13 (†)	45 (†)	52,4	11°88	233
30,3	12°88	12	59,6	12°88	26
32,2	11°63	163	73,9	13°75	611
32,2	12°50	58	75,8 (†)	14° (†)	37 (†)
32,2	12°75	26			

(1) *Poggendorf's Annalen* XXXI, p. 365.

Spasky, qui has observationes retulit, simul indagavit, quid ex iis liceat concludere. Ad instituendum illarum calculum, primum unaquaeque observatio in hanc aequationem.

$$T = A + a\,x$$

redacta fuit. Quae aequatio similis est illi, quam adhibuit Poissonus.

T est enim temperatura observata

A temperatura (incognita) superficiei.

a altitudo putei

x incrementum temperaturae pro altitudine unius metri.

Spasky quum animadverteret valorem uniuscujusque observationis pendere a copia aquae e puteo, 24 horarum intervallo, effluxae, hujus etiam rei rationem habendam esse statuit. Nam si vocetur haec copia M, prima aequatio hanc assumet formam

$$m\,T = m\,A + m\,a\,x$$

Auctor igitur sibi tot comparavit aequationes, quot observationes. Hae aequationes inter se conjunctae fuerunt, methodo minimorum quadratorum. Observationes signo (†) notatae in calculo non adhibitae fuerunt, quippe spectantes fontes, unde aqua hepatica effluat.

Summa hujus calculi fuit

$$A = 10^\circ 04. \quad x = 0{,}0465.$$

Temperatura aëris media Viennae est 10°25. Ex hoc valore x, invenitur incrementum altitudinis 21 metrorum pro 1°.

In regno Borussico indagata fuit temperatura aquae putei forati, prope *Rüdersdorf* a G. Magno (1), qui ad hoc propositum usus est thermometro a se inven-

(1) *Poggendorf's* Ann. XXII. pag. 136.

to, et ad maximum temperaturae gradum indicandum apto; quod instrumentum vocavit GEOTHERMOMETRUM. Pars superior hujus thermometri recurvata est atque aperta: impletur hoc instrumentum mercurio, atque comparatur cum alio thermometro, quod tamquam norma hujus habetur. Si jam demittatur tale geothermometrum in medium magis calidum, pars quaedam mercurii necessario effluere debet. E quantitate mercurii amissi, quae indicatur comparatione cum thermometro normali, computatur gradus temperaturae, quem in medio illo calidiore attigerit.

Tali ergo usus thermometro, quod praeterea multis instruebatur cautelis, quo minus aquae pressione frangeretur, MAGNUS investigavit temperaturam aquae in puteo prope *Rüdersdorf*, qui tunc altitudinem 200 metrorum, infra superficiem lacus vicini, dicti *Kalksee*, attingeret. Invenit autem:

in altitudine		227	metrorum.	19°75. 19°88.
»	»	173	»	17°75.
»	»	132	»	17°13.

Temperatura soli prope RUDERSDORF, determinata fuit a MAGNO 9°5. Si igitur hujus rationem habeamus, inveniemus incrementum altitudinis 22 metrorum pro 1°.

Idem auctor putat hoc incrementum temperaturae, idcirco majus esse quam aliae Borussicae indicent fodinae, quia hae fere omnes inveniantur, in locis excelsis, fundus istius putei contra 145 metris infra libellam maris situs sit.

FOXIUS (1) refert in suburbio Londini, quod dicitur *Southwark*, puteum foratum fuisse ad altitudinem 42,6 metrorum, in officina BARCLAYI cujusdam, in qua cerevisia comparabatur. Temperatura aquae prosilientis erat 12°2. Haec pos-

(1) *Ann. Ch. et Ph.* XVI. pag. 316.

tea immutata remansit, atque eadem omnibus anni temporibus. Temperatura media Londini, ab HUMBOLDTIO determinata est 10°2. Est igitur aquae temperatura, in altitudine 42,6 metrorum, duobus gradibus major quam in superficie.

America Septentrionalis vero praebet etiam exemplum, temperaturae aquarum in puteis foratis auctae. Matrona nempe (1) GRIFFITH fodi jussit puteum Atrebatensem, in praedio, dicto *Charlieshope*, prope Neo-Brunsvicum (New-Brunswick). In altitudine 76,1 metrorum temperatura aquae erat 11°1. Ex alio puteo, ad 89,6 metra perducto, aqua effluebat, cujus temperatura 12°2 inveniebatur. E comparatione duorum horum puteorum, incrementum temperaturae valde notabile concludendum foret, nimirum 1° pro 12 metris. Dolendum autem est, non inveniri, in enarratione horum experimentorum, temperaturam mediam annuam loci, unde fortasse eventus accuratior deduci potuisset.

FLEURIAU DE BELLEVUE (2) indagavit temperaturam putei, qui forabatur prope Rupellam (la Rochelle). Hic puteus distat 70 metris a maris littore; ejus os situm est 5 metris, supra altissimum locum, quem mare attingere solet. Foratus est per stratum calcis Jurassici.

Prima observatio felicem eventum non habuit. Thermometrum nimirum inclusum fuit cylindro cupreo, duabus valvis instructo, quali uti solent, ad investigandum maris temperaturam. Extracto cylindro e puteo, thermometrum adeo limo obductum fuit, ut gradus observari non possent.

Die 13° m. Februarii haec observatio iterata fuit. Interea puteus ad 106,3 metra perductus erat: aqua asscendebat in illo ad altitudinem 95,5 metrorum; erat autem stagnans et turbida. Thermometrum jam lana circumdatum erat; con-

---

(1) *Journal de Géologie*, I. pag. 87.

(2) *Journal de Géologie*, I. pag. 88.

tinebatur illud tubo cupreo, cujus operculum cochlea, corio madido instructa, claudebatur.

Postquam per 22 horas in fundo puteï moratum esset, extraxerunt thermometrum, 2 minutorum primorum intervallo; temperatura aëris externa erat 10°6, thermometrum e puteo extractum ostendebat 16°25.

Thermometrum deinceps 3,6 metris infra aquae superficiem demissum, quae ipsa 7,3 metris a soli superficie distabat, indicavit 13°12, postquam per 17 horas ibi relictum fuerat. Temperatura in parte superiore puteï, erat ergo 3°13 minor quam in fundo. Temperatura aliorum puteorum, in vicinitate obviorum, qui plerumque 7 ad 9 metris profundi erant, et quorum aqua nive et pluvia hiemali, nonnihil frigefacta erat, observata fuit a 7°5 ad 10°, quarum media est 8°75. Temperatura aquae prope superficiem in puteo forato, erat ergo 4°37, major quam in reliquis puteis in eadem altitudine.

Temperatura fundi puteï fuit procul dubio imminuta actione frigoris hiemalis in superiores partes, et virgarum ferrearum, quibus utebantur ad forandum puteum, perpetuo in eum demissarum. Si autem illa comparetur cum temperatura media annua Rupellae, quae determinata fuit 11°87, indicabitur incrementum caloris 1° pro altitudine 24 metrorum. Quod quidem incrementum propter causas supra memoratas, potius nimis exiguum, quam nimis magnum esse putavit FLEURIAU.

Ut hanc suam firmaret sententiam, observationes rursus institui curavit, a viris peritissimis EMY et GON, die 28 Martii, quum temperatura aëris externi esset multo calidior, quam die 13 Februarii.

Puteus illo tempore perductus erat ad 123 metra. Thermometrum, per 23 horas in fundo puteï relictum, indicavit 18°12.

Adeo tamen magna fuit pressio aquae in hac profunditate, ut haec in cylindrum cupreum penetrare valuerit. Quo facto tubus vitreus, thermometrum cir-

cumdans diffractus et scala, e charta papyracea confecta, madefacta fuit. Igitur ut omnis error vitaretur, observationi iterandae inserviit thermometrum, scala eburnea instructum, atque tubo cupreo inclusum, qui ipse aqua impletus esset. Novum hoc thermometrum mansit per 13 horas in puteï fundo; unius minuti primi et 33 secundorum spatio extractum, indicavit 18°12, id est eamdem, quam primum, temperaturam. Auctor noster investigavit num quid decrementum caloris cepisset thermometrum, tempore unius duorumve minutorum primorum. Hoc autem non obtinuisse invenit. Unde patet, instrumentum tempore, quo extraheretur e fundo puteï, nihil temperaturae amisisse.

Ex his ergo observationibus invenitur incrementum caloris 6°25, pro altitudine 123 metrorum sive 1° pro 19,71 metris.

Monet caeterum FLEURIAU DE BELLEVUE in vicinitate Rupellae nullos inveniri fontes aut thermales aut minerales, et solum fere nullos continere pyritas; calorem ergo illum crescentem non posse explicari ex actionibus chemicis.

Similem opportunitatem, ad determinandam temperaturam infra soli superficiem, praebuit puteus, prope Genevam foratus, cujus descriptionem dederunt DE LA RIVE et MARCET (1). Ejus os situm est circiter 500 metris supra libellam maris, 100 metris supra lacum Genevae. Perductus ille fuit ad 225 metra; sed re non prospere succedente, hoc propositum deseruerunt. Puteus hic semper impletus erat ad distantiam 7 metrorum a soli superficie, aqua stagnante et limo turbata. Hoc limo autem impediebantur meatus (courants), qui in aqua limpidiore semper observantur: fuit ergo egregie idonea ad bene determinandam temperaturam. Haec observata fuit 15 locis diversae altitudinis. POISSONUS (2) has observationes in

(1) *Biblioth. Univ.* Mai 1834.

(2) *Poisson Théorie de la Chaleur* pag. 418.

aequationes redegit, eodem quo supra, modo, et secundum calculum minimorum quadratorum invenit

$$f = 10^{\circ},140 \qquad g = 0^{\circ},0307.$$

quo indicatur incrementum 1° pro altitudine 32,55 metrorum.

G. BISCHOF (1) putat, has observationes, in puteo prope Genevam institutas, tamquam normas haberi posse, incrementi temperaturae infra superficiem soli, in omnibus vallibus, quae celsis montibus circumdentur.

Hisce duobus expositis exemplis puteorum foratorum, prope Rupellam et Genevam, qui, tametsi nondum ad finem perducti essent, tamen opportunam dederunt ansam viris doctis, determinandi temperaturam profundiorum locorum, nemo mirabitur, hanc opportunitatem etiam studiose arreptam fuisse, quum in patria nostra puteus foraretur (in quo forando adhuc magna perseverantia versantur) sumtibus viri Generosissimi STOOP, Amstelodamensis, in magno ericeto Amesfurtensi, inter pagos Zeist et Woudenberg.

Os puteï situm est 16 metris supra Oceanum (2); puteus ipse semper impletus est aqua, ad constantem distantiam 11 metrorum a superficie soli: qualem aquam vocant Angli *landsprings*.

Vir clarissimus MOLL, qui hujus aquae temperaturam indagavit, usus est ad hoc propositum, cylindro cupreo, duabus valvis sursum sese aperientibus instructo, ita ut si demittatur in aquam, haec cylindrum libere permeare possit; si vero extrahatur, aqua in eo manere cogatur. Hoc cylindro accuratissimum continebatur thermometrum.

Simili apparatu usus fuerat FLEURIAU DE BELLEVUE, in prima observatione; in

(1) *Poggendorf's Ann.* XXXV. pag. 209.

(2) *Alg. Konst- en Letterbode* 1836, N°. 6, 7 en 8.

felici, ut vidimus, eventu. Eadem tamen causa, quae cum alio uti apparatu coëgit, totius observationis feliciorem genuit successum. Limum significo, quo aqua in puteo et prope Rupellam et prope Genevam, turbata erat, et qui meatus in ea prohibebat. In puteo autem prope Zeist, illud non obtinuit; in ejus aqua pro magna parte ex arena prodeunte, meatus limo non impediebantur. Praeterea funis et terebra, perpetuo sursum et deorsum moti, favebant aequilibrio temperaturae, miscendo aquas variae altitudinis. Mirari ergo non debemus indigenas observationes, nullum notabile caloris incrementum indicasse.

Vir cl. MOLL instituit primas observationes d. 13 m. Decembris, a. 1834. Temperatura aëris externi erat — 0,66: aquae vero in puteo + 9°,4.

Die 3° m. Junii a. 1835, thermometrum indicavit in aëre 23°6; in fundo puteï 10°.

Die 13° m. Junii ejusdem anni, temperatura aëris erat 18°34: aqua in fundo puteï indicabat rursus 10°.

Inquisivit etiam vir cl. MOLL num aqua, eadem praedita esset temperatura in fundo puteï, qua prope ejus superficiem, atque constanter invenit 10°: quae temperatura haud valde dissimilis est, temperaturae, in plerisque alliis puteis in Provincia Rheno-Trajectina, observatae.

Temperatura aquae ejusdem puteï etiam antea indagata fuerat, a nonnullis viris doctis, inprimis a viris clarissimis VAN REES et DE FREMERY et doctissimis A. VAN BEEK et A. S. RUEB. Hi quidem veriti, ne quid caloris amitteret thermometrum, tempore, quod requireretur ad illud extrahendum e fundo puteï, illud non tubo cupreo incluserunt, sed cylindro ligneo, quem pulvere carbonis, quippe calorem male conducente, implevissent. Hunc cylindrum insuper obleverunt oleo, cera et resina, eique alterum cylindrum, e ferro stanno obducto confectum, circumdederunt.

Thermometrum ita instructum, demissum fuit in puteum foratum ad altitudinem 104 metrorum; die 21 Julii 1834, hora octava post meridiem. Relictum fuit tota nocte in fundo puteī atque extractum sequente die, hora septima, ante meridiem. Requirebantur 9′ 27″ ad extrahendum apparatum e puteo, et thermometrum ex apparatu. Ostendit hoc 10°6. Qui quidem eventus non notabiliter differt a temperatura, quam vir cl. MOLL invenit.

Aliud thermometrum, eodem modo instructum, depositum fuit in fundo foraminis 7,09 metrorum, confecti in solo prope puteum. Pars superior foraminis obturata fuit ligno, in eam conglutinato. Eodem temporis spatio, quo primum thermometrum in puteo, hoc in foramine mansit. Ostendit temperaturam 11°.

Idem thermometrum deinceps demissum fuit in fundum puteī domi propinquae: hic fundus jacet circiter 13 metris infra soli superficiem. Aqua asscendebat in illo fere ad unum vel unum et dimidium metrum. Duas horas in puteo relictum, ostendit thermometrum 10°5.

Unde apparet et has observationes nullum notabile temperaturae incrementum indicasse. Sperandum est opus a viro honoratissimo STOOP tam laudabiliter inceptum et tam perseveranter perductum, tandem ad felicem finem perventum iri. Ita nobis forte largietur opportunitas, cognoscendi temperaturam loci profundissimi, quem unquam in his regionibus attigerunt.

CAPUT SECUNDUM.

MONITA ET COROLLARIA.

Est ist sehr viel leichter, die Thatsache, dass die Temperatur mit der Tiefe zunimmt, darzuthun, als die Zunahme genau zu bestimmen.

GILBERT's Annalen.

»Observationes spectantes temperaturam aëris fodinarum, carerent omni erroris »suspicione et accurata haberi possent temperaturae saxi circumdantis indicia, si »institutae omnes fuissent iisdem conditionibus, quibus observationes in cellis Ob»servatorii Parisiensis (1), h. e. in excavationibus parvae extensionis et altitudinis, »in solo non elaborato, prohibita omni actione extranea, quales sunt, praesentia »operariorum, aditus aquarum et aëris externi, in excavationibus denique quae »satis diu occlusae fuerunt, ut genuina temperatura saxi turbari non posset. At »vero nusquam observationes tam faustis conditionibus institutae fuerunt."

Haec verba CORDIERI (2) mihi ante oculos versabantur, quum in animo erat exponere, quid ad observationes, praecedente capite commemoratas, monendum sit. Quis enim, re accuratius indagata, non assentiet huicce CORDIERI effata? In

(1) *Introitus* p. 3.

(2) *Mém. de l'Institut* VII. pag. 483.

fodinis enim fere omnia aliter sese habent, quam in cellis observatorii; in illis plerumque adsunt magnae excavationes, adsunt causae extraneae in temperaturam agentes, adest fere semper aëris circuïtus.

Videamus ergo ex ordine causas, quae observationes, in fodinis institutas, turbare solent, et e quibus oppugnatores caloris infra telluris superficiem crescentis, nonnulla argumenta promserunt. G. BISCHOF (1) dividit causas temperaturam in fodinis turbantes, in duas classes, scilicet in variabiles et permanentes. Ad priores refert praesentiam operariorum et luminum, aquas diurnas, aëris circuïtum, caet: ad posteriores figuram superficiei soli, latitudinem. Priores rursus sejungere possumus in duo genera, duce REICHIO (2) nempe in causas quae augent, et in causas, quae minunt temperaturam fodinarum.

Videamus ergo primum causas variabiles temperaturam augentes: atque incipiamus ab argumento, saepius contra calorem internum crescentem allato, nempe *praesentia operariorum.*

Vir doctissimus DESPRETZ, qui in commentatione, ab Academia scientiarum Parisiensi auro ornata, calorem investigavit qui ab homine variisque animalibus emittatur, ostendit hominem adultum producere ope respirationis calorem adeo notabilem, ut 1 gramma aquae, 24 horarum spatio, ad 3,237,417 gradus scalae centigradae augere valeat. Addit hunc calorem tantum esse $\frac{3}{4}$ partem totius caloris, eodem tempore, a tali homine emissi quum apud animalia pars caloris, respirationis ope emissi, inter $\frac{7}{10}$ et $\frac{9}{10}$ partes, totius caloris prolati, variare videatur (3). Calor ergo, qui horae intervallo ab operario producatur, valet augere 180 kilogram-

---

(1) *G. Bischof, Ueber das Gesetz der Temperaturzunahme nach dem Innern der Erde. Poggendorf's Ann.* XXXV pag. 209.

(2) *In opere saepius citato.* p. 131.

(3) *Despretz Traité Élém. de Phys.* pag. 818.

mata aquae, uno temperaturae gradu. Patet insuper ex experimentis virorum doctorum DE LA ROCHE et BÉRARD (1) calores specifici aquae et aëris esse in ratione

1,0000: 0,2669.

Si jam vero calculus instituatur, in quo pondus specificum aëris habetur, quale est pro temperatura 12°, invenietur operarium emittere unaquaque hora calorem, quo indigeant 542 metra cubica aëris, ut uno gradu temperaturae augeantur. Liquet ex hoc ratiocinio praesentiam operariorum magnam vim, in temperaturam aëris cuniculorum exercere: inprimis si attendamus ad magnum illorum numerum saepe in fodinis obvium. Hujus rei documentum praebet sequens tabella, qua indicantur operarii, quotidie in fodinis nonnullis Corisopitensibus (2) degentes.

In fodina		*Huel Neptune*	120	operarii.
»	»	*Botallak*	150	»
»	»	*Little Bounds*	25	»
»	»	*Ding Dong*	120	»
»	»	*Huel Vor*	548	»
»	»	*Dolcoath*	800	»
»	»	*Huel Abraham*	560	»

Si jam vero insuper indicatum fuisset spatium, aërem continens, uniuscujusque harum fodinarum, calculum instituere possemus, ut inveniretur incrementum caloris, quod praesentia illorum hominum gignere debuisset, si sola in aëris temperaturam ageret. Hoc spatio autem non indicato, calculus iste institui nequit. In genere tamen tamen statuere possumus, vim hujus operariorum praesentiae, omnino haud in calculo negligendam esse.

Altera causa caloris, ad quam respicere debemus, in definiendis fodinarum

(1) *Pouillet Elém. de Phys.* I. p. 402.

(2) *Gilbert's Ann.* LXXVI.

temperaturis, etiam multum valet ad illas augendas; *lumina* significo, quibus utuntur operarii. CORDIERUS haec lumina in duas classes distinguit (1), scilicet *lampades* et *candelas*.

Quod attinet ad lampades, invenimus Comitem DE RUMFORDT experimentis demonstrasse, combustionem unius grammatis oleï lini augere temperaturam unius grammatis aquae 9044 gradibus. Instituto eodem, quo supra, calculo, invenitur una hora lampadem, qua comburantur 15 grammata oleï, (in fodina prope Carmeaux ita obtinere affirmat CORDIERUS) augere temperaturam massae aëris 409 metrorum cubicorum, uno gradu. Unde apparet quatuor tales lampades gignere fere eumdem calorem, quem gignunt tres operarii.

Idem Comes DE RUMFORDT demonstravit calorem ortum e combustione unius grammatis adipis, augere temperaturam unius grammatis aquae, 8369. Si jam rursus recurramus ad fodinas nostras Corisopitenses, atque observemus, ibi comburi, unoquoque mense

in	fodina	*Huel Neptune* . .	544	kilogrammata	adipis.
»	»	*Botallak*	544	»	»
»	»	*Little Bounds* . .	21	»	»
»	»	*Ding Dong* . . .	408	»	»
»	»	*Huel Vor*	1360	»	»
»	»	*Dolcoath*	2721	»	»
»	»	*Huel Abraham* .	2177	»	»

non opus erit monere, etiam combustionis luminum rationem habendam esse in computandis causis, quae augent temperaturam fodinarum. Hoc etiam patet e commentatione CORDIERI (2) qui dicat, praesentiam 200 operariorum et 200 lam-

(1) *Cordier* l. l. p. 486.

(2) *Cordier ibid.*

padum, tantam vim in aëris temperaturam exercere, ut valeat, tempore *unius horae*, augere uno gradu, temperaturam massae aëris, qualis contineretur cuniculo 2 metris lato, et 93,000 metris longo!

Tertia causa temperaturam fodinarum augens jam vero citanda est, scilicet *explosiones per pulverem nitratum*. FORBESIUS (1) statuit calorem, quem gignit explosio pulveris nitrati, esse aequiparandum calori orto e combustione similis quantitatis carbonis. Unum kilogramma carbonis vero id valere ut 54 hectolitra aquae uno gradu temperaturae augeat. Jam vero quantitates pulveris nitrati unoquoque mense adhibitae in fodinis supra memoratis, hae sunt:

in	fodina	*Huel Neptune* .	113	kilogr.	pulveris	nitrati.
»	»	*Botallak*	272	»	»	»
»	»	*Little Bounds* .	27	»	»	»
»	»	*Ding Dong* . .	136	»	»	»
»	»	*Huel Vor* . . .	1587	»	»	»
»	»	*Dolcoath*	1179	»	»	»
»	»	*Huel Abraham* .	680	»	»	»

Quae quantitates ostendunt et hanc tertiam caloris causam haud prorsus contemnendam esse. Actio pulveris nitrati in temperaturam fodinarum, fit idcirco etiam magis notabilis, quia aëres illis explosionibus geniti, quum sint ponderosiores aëre atmosphaerico, diutius in fodinis maneant et nonnisi strenua ventilatione ex iis expelli possunt.

Quarta causa auctae temperaturae, ad variabiles referenda, pendet etiam ab operibus plus minusve vigentibus: ad hanc pertinent *ictus et frictiones*, qui, uti satis notum est, semper calorem gignere solent. Vis harum actionum, non-

(1) *Gilbert's Ann.* LXXVI. pag. 403.

nisi valde difficile determinari potest: FORBESIUS statuit (1) (satis nimirum arbitrarie) octo vel novem operarios hoc modo excitare calorem, per 24 horas, similem calori, qui gignitur e combustione unius kilogrammatis adipis. Ex hisce variis causis computare tentat FORBESIUS, quinam sit effectus earum in singulis fodinis, atque exemplum sibi sumit fodinam *Huel Vor*. Quaerit sibi quaenam sit copia aquae, cujus temperatura hisce variis causis, a 11° ad 19°5 augeri potest. Summa ejus calculi haec est:

1360 kilogr. adipis augent temperaturam	17025	hectolitrorum	a 11°	ad 19°5.
1587 » pulveris nitrati »	10010	»	»	
Ictus et frictiones . »	1240	»	»	
180 operarii semper in fodina praesentes	823	»	»	
itaque uno mense	28098	hectolitra.		

Quum vero tota aquae copia, uno mense exhausta, sit 76847 hectolitrorum, patet tantum parum plus quam tertia totius aquae copia, causis supra memoratis, auctam assumsisse temperaturam: unde necessario sequitur reliquas $^2/_3$ partes, alia causa calefactas esse. Caeterum non nullius pretii erit, hic addere ipsius FORBESII verba dicentis: »Fortasse quadam indigebo excusatione, quum instituerim calculum, nitentem tam incertis atque ex arbitrio statutis elementis; optarem meliora quaedam habere, quae hisce substituerem. Sed quamvis multae harum computationum omni errore non careant, hoc tamen liquet, causas supra memoratas, atque calorem in fodinis gignentes, non sufficere ad explicandum omnem calorem in fodinis observatum." —

Utut est, e praemissis sequentia statui posse mihi videtur:

(1) *Ibid.* pag. 403.

1°. Praesentiam operariorum et luminum, explosiones per pulverem nitratum, ictus et frictiones omnino agere in temperaturam fodinarum.

2°. Data, quae pleraeque observationes nobis praestant, nondum sufficere ad accurate computandam vim harum actionum in temperaturam fodinarum.

3°. Ex observationibus temperaturae aëris in fodinis, ubi opera vigerent, nonnisi caute consequentias ducendas esse.

4°. Omnes causas, supra memoratas, non tamen sufficere ad explicandam totam auctam fodinarum temperaturam.

Quum autem fieri possit, ut nonnulli, praecedenti FORBESII calculo non acquiescant, operae pretium erit, etiam alia afferre argumenta, quibus conclusio nostra postrema sive quarta confirmetur. Admittamus ergo calculum FORBESII non omni errore carere, et id, quod statuat, omnes has causas tantum valere ad augendam temperaturam tertiae partis totius aquae copiae, rite defendi non posse, ita tamen patebit omnes causas supra memoratas, non solos auctae temperaturae fontes esse. Si hoc enim verum esset, quid tunc obtineret? Tunc fodinae necessario eo calidiores evadere deberent, quo major numerus operariorum in iis adsit, quo major copia adipis et pulveris nitrati in iis comburatur, quo magis opera in iis vigeant. Num hoc igitur semper ita observatur? Non ita. Inspiciamus e. g. tabulam pag. 30 exhibitam atque comparemus temperaturam fodinarum *Botallak* et *Dolcoath*. Invenimus pro altitudine 152 ad 167 metrorum, in priore 20°, in posteriore 17°3. Unde igitur concludendum foret, in priore adesse numerum multo majorem operariorum, quam in posteriore. Quod tamen veritati contrarium est, nam in fodina *Botallak* invenimus adesse 150 operarios, atque comburi unoquoque mense 544 kilogrammata adipis et 272 pulveris nitrati. In fodina *Dolcoath* vero adsunt 800 operarii et comburuntur eodem tempore 2721 kilogrammata adipis nec non 1179 pulveris nitrati. Unde

apparet praesentiam operariorum et luminum non esse unicam caloris fodinarum causa.

Si haec autem sola adesset, etiam non fieri posset ut major temperatura observaretur in loco fodinae ubi nullus adsit operarius, quam in alio ubi multi inveniantur.

Attamen vidimus pag. 33 MOYLIUM, strenuissimum illum caloris infra superficiem soli augescentis oppugnatorem, invenisse in fodina *Huel Abraham* in altitudine 422 metrorum temperaturam 30°, *in loco ubi nullus aderat operarius*, quum in eadem altitudine, ubi nonnulli degebant, invenisset 28°9.

Idem auctor testatur a se observatam esse temperaturam 25°6, in loco fodinae *Oatfield* operibus proximo, in altitudine 406 metrorum; quum in eadem altitudine, sed in loco magis abdito, invenisset 27°2 (1). Quid majus afferre argumentum potuisset MOYLIUS, ut ostenderet praesentiam operariorum non esse solam auctae temperaturae fodinarum causam. Cui insuper hoc addi potest. Invenimus in praecedente capite fere ubivis temperaturam crescentem, quo profundius in fodinas penetremus. Num ergo quoque in eadem ratione crescat numerus operariorum? Minime. FOXIUS monet in plerisque fodinis plures operarios inveniri in altitudine 40 ad 60 metrorum supra fodinae fundum, quam in fundo ipso (2). Alio loco (3) dicit in 15 fodinis, quarum temperaturas medias retulit, parvum fuisse operariorum numerum; *et ubicunque multi adessent, ibi major eorum numerus in media altitudine, quam in fundo fodinae inveniebatur.*

In genere ergo conclusio nostra supra memorata » praesentiam operariorum,

---

(1) *Conf. hujus Diss.* pag. 33.
(2) *Gilbert's Ann.* LXXVI. pag. 451.
(3) *Hujus Diss.* pag. 43.

» luminum, explosiones, caet., non sufficere ad explicandam totam auctam fodi- » narum temperaturam" confirmatur observationibus; ex his enim non patet multo majorem inveniri temperaturam, ubi hae causae maximam vim exercere possut.

En, Lector Benevole, praecipuas causas quae augere solent temperaturam fodinarum. Hae causae fuerunt praecipua argumenta, quibus calor ille crescens oppugnaretur. Nunc adeamus causas variabiles contrarium eventum gignentes, scilicet illas quae temperaturam fodinarum minuunt. Duae hae sunt praecipuae aër externus et aqua. Ambarum vim ex ordine videamus.

Monuimus in Introïtu (1) saepe magnas impendi curas ad promovendum aëris circuitum sive ventilationem in fodinis. Hinc fit ut temperatura aëris, in locis ubi talis obtinet, (inprimis ergo in puteïs) (2) numquam valde accurate temperaturam saxi circumdantis indicet. Est enim princeps aëris proprietas, asscendere levitate sua quum sit calidior, descendere pondere suo quum sit frigidior. Hinc perpetui illi meatus in aëre, non omni parte aeque calefacto: hinc fit ut aër fodinarum, quamdiu sit aëre externo calidior semper ex iis surgat, frigidior externus semper in eas descendat, hinc fit denique ut in ostio fodinae, frequenter duo meatus distingui possunt, unus frigidior deorsum, alter calidior sursum sese movens. Quum ergo aër atmosphaericus tantum penetrare possit in fodinas quum sit minoris, non vero quum sit majoris aëre fodinarum temperaturae, patet exinde illum non posse augere sed omnino minuere temperaturam fodinarum.

Quod attinet ad aquam, et haec etiam valet ad minuendam temperaturam fodinarum imprimis evaporatione, in plerisque fodinis fere non intermissa. Omnibus enim notum est, quantopere valeat evaporatio ad gignendum frigus nec opus erit addere, eam eo melius procedere, quo majorem superficiem fluidum

(1) *Introitus*. pag. 9.
(2) Conf. *Diss*. pag 26.

actioni aëris praebeat. Jam vero fortasse nusquam locus evenietur ad evaporationem magis opportunus, quam in fodinis. Ibi enim aqua stillat plerumque guttatim e fisfuris, in tectis cuniculorum obviis, atque ita vel juxta parietes defluit vel in solum cuniculorum cadit, ubi parvas fingit aquae lacunas (plassen), quae tamen magna praeditae sunt superficie. Hae lacunae promovent evaporationem fere perpetuam, unde necessario diminutio temperaturae oritur.

Caeterum monendum est has parvas aquae lacunas non confundendas esse, cu m majoribus aquarum copiis, saepe in fodinis obviis. Aquas enim fodinarum quasi in tres classes dividere possumus.

1°. Inveniuntur in fere omnibus fodinis parvae lacunae, compositae aquis stagnantibus, quae, uti supra diximus, e tectis cuniculorum stillaverant. Hae genuinam saxi circumdantis temperaturam ostendere non solent: constant enim pro magna parte ex aqua pluviali, quae in superficiem soli penetrat: unde fit ut ejus temperatura pendeat a temperatura primitiva hujus aquae nec non stratorum, quae transierit, antequam cuniculum attigerit. Ejus temperatura turbatur praeterea evaporatione, de qua vidimus: sed in genere statuendum videtur hanc minorem esse temperatura saxi circumdantis. Exempla nonnulla temperaturae in talibus parvis aquae lacunis observatae, praebet Caput I hujus Dissertationis. Ita e. g. AUBUISSONUS observavit temperaturam talis aquae in fodina *Poullaouen* (1). Aqua per tectum cuniculi stillata, indicavit temperaturam 11°9: deinceps, quum versus puteum profluxerit, assumsit temperaturam 12°1. Quod incrementum temperaturae calori cuniculi tribuendum videtur.

2°. Aquae, in variis cuniculis congestae, defluunt plerumque versus receptacula, unde antliis exhauriuntur. Aqua talis receptaculi, e variis altitudinibus

(1) *Diss.* pag. 20.

confluxa, est ideo valde compositae temperaturae: cui accedit temperatura saxi receptaculum constituentis. Temperatura ergo et hujus aquae non haberi potest pro temperatura saxi circumdantis; sed idem, quod supra monuimus, et hic plerumque obtinet, nempe ejus temperaturam minorem esse, quam conveniret altitudini, in qua deprehenditur.

Observationes priore capite expositae praebent multa exempla harum aquarum versus fundum putei confluxarum. Primo enim vidimus SAUSSURIUM (1) indagasse temperaturam aquae receptaculi, in fundo puteï prope Bexum in Helvetia; deinceps exposuimus observationes FOXII (2), in fodinis *South Huel Towan*, *East Liscomb*, *Huel Unity Wood*, *Beet Alson*, *Poldice*, *Gwennap* et *Huel Friendship*, aquam similium receptaculorum spectantes. In fodina *Poldice* insuper notatum invenimus, duo talia adesse receptacula, in eadem profunditate. In vicinitate prioris laborabant 8 operarii, prope posterius tantum duo. Aquae temperatura erat tamen in priore 25°6; in posteriore 26°7. Qua observatione nobis rursus largitur exemplum temperaturae, in quam praesentia operariorum nullam vim exercuisse videtur.

In observationibus AUBUISSONI in fodina *Poullaouen* inveniuntur etiam duo exempla temperaturae aquarum observatae in receptaculis; in fundis puteorum *St. Georgii* et *Stae. Barbae*: temperaturae harum aquarum erant 14°2 et 13°5: aëris vero supra illas 15° et 14°4.

3°. In nonnullis fodinis adsunt praeterea magnae collectiones aquae stagnantis, quasi lacus subterraneos constituentes. Hae aquae, si satis diu commoratae fuerint, ostendunt saepe temperaturam genuinae saxi circumdantis temperaturae haud dissimilem. Temperatura horum lacuum subterraneorum, indicatur variis

(1) *Diss.* pag. 14.
(2) *Diss.* pag. 38.

observationibus FOXII (1) in fodinis *North Huel Virgin*, *Nangiles*, *Gwennap*, *Huel Maid*, *Tincroft*, *Ting-Tang* et *United Mines*, quas praecedente capite exposuimus: praeterea observationibus AUBUISSONI in fodinis *Junghohebirke* et *Kühschacht* (2) prope Fribergam, nec non in fodina *Huelgoat*. In fodina *Kühschacht* contrarium abtinuit, quam in fodina *Poldice;* in illa enim thermometrum indicavit in aqua demissum 16°75, et in aëre supra illam suspensum 15°. In fodina *Kühschacht* eadem temperatura indicata fuit (17°) in aqua infimas fodinae partes submergente quam in abdita cuniculi parte, aeque profunda, sed ab aquis satis remota. FORBESIUS quoque talium receptaculorum aquam investigavit in fodinis *Botallak* et *Little Bounds* (3); REICHIUS denique in fodina prope Fribergam (4).

Haec varia exempla haberi possunt satis accurata temperaturae saxi circumdantis indicia, quia aquae in his receptaculis diu commoratae fuerint, quod in aliis receptaculis, unde quotidie antliis exhauriuntur, non obtinet. Statuere autem possumus, has observationes si non omni errore careant, tamen potius nimis parvam quam nimis auctam ostendere temperaturam, ita ut nullus metus adsit incrementum temperaturae, illis indicatum, nimis magnum esse.

Exposui ita, Lector Benevole, praecipuas causas variabiles, quae temperaturam fodinarum turbare solent. Nunc adeamus praecipuas causas turbantes, quae etsi non in una eademque fodina variabiles, tamen variis locis varium caloris gradum gignere videntur. Antequam tamen has referam, hic una causa commemoranda est, quae in omnibus fodinis vim exercet, et tantum varia est pro variis altitudinibus: haec causa est *compressio aëris*. Novimus enim quo altius in aëre

---

(1) *Diss.* pag. 39.
(2) *Diss.* pag. 15.
(3) *Diss.* pag. 31.
(4) *Diss.* pag. 71.

atmosphaerico elevemur, eo minorem inveniri temperaturam. Constanter talis diminutio observata est, sed non ubivis eadem. Ita GAY-LUSSACIUS, quum globo aërostatico iter suum aëreum susciperet, invenit diminutionem 1° pro altitudine 174 metrorum: in Alvernia (Auvergne) vero observata est in monte dicto *Puy-de-Dôme* diminutio temperaturae aëris 1° pro altitudine 111 metrorum; contra in monte *Pic du Midi*, ad Pyrenaeos pertinente, temperatura minuebatur tantum, 1° pro altitudine 249 metrorum. REICHIUS invenit in montibus Saxoniae diminutionem temperaturae 1° pro 174 metris: quod egregie cum observationibus GAY-LUSSACII convenit. In genere statuitur a POUILLETO (1) inveniri diminutionem temperaturae aëris 1° pro altitudine 165 metrorum. Si jam supponamus, uti proposuit FORBESIUS (2), temperaturam aëris augeri eadem ratione infra telluris superficiem, qua supra minuïtur, tamen non valebit et haec causa ad explicanda phaenomena saepius citata; in plerisque enim fodinis invenimus incrementum 1° pro altitudine 30 ad 40 metrorum. LESLIUS dedit formulam ad computandam differentiam temperaturae duorum locorum variae altitudinis; haec formula ita sese habet.

$$D = 25\left(\frac{H}{H'} - \frac{H'}{H}\right)$$

in qua D est differentia temperaturae

H altitudo barometri in loco inferiore

H' » » » superiore.

Quum tamen in nullis observationibus altitudines barometri indicentur, ex hac formula vim majoris columnae aëris in temperaturam fodinarum computare non possumus. Caeterum monet POUILLETUS (3) hanc formulam non omni

(1) *Elém. de Phys.* IV. pag. 661.

(2) *Gilbert's Ann.* LXXVI. pag. 404.

(3) *l. l.* pag. 663.

errore liberam esse, quum insuper ratio habenda sit multorum coëfficientium variabilium, quos experientia sola determinare potest.

Quod attinet ad alias causas in temperaturam fodinarum agentes, hic commemorandae sunt sequentes: altitudo supra maris libellam, habitus regionis in qua sita est fodina, varia vis qua calor conducitur solo; quibus BISCHOFIUS etiam adjecit latitudinem loci. Vidimus temperaturam aëris minuï, quo altius in eam elevemur: hoc autem non tantum in aëre vero etiam in ipso montium solo observatur. Ita e. g. REICHIUS invenit in montibus Saxoniae minui soli temperaturam 1° pro altitudine 193 metrorum. Similem diminutionem observavit BOUSSINGAULT in montibus Americae. Hinc necessario etiam varium evadit incrementum temperaturae, in variis altitudinibus infra superficiem soli. Ita ut assentiendum putarem BISCHOFIO (1) monenti temperaturam infra soli superficiem augeri citissime in regionibus planis et in vallibus, lentissime in montibus, in iisque eo lentius quo magis hi sunt praerupti. Attendendum ergo est ad formam montium sive in genere ad habitum regionis in qua sita est fodina. Nam in una eademque regione forte valde diversum eventum habebimus, prouti vel in fodinis in valle jacentibus vel in fodinis in altis montium partibus sitis temperaturam investigemus. Ita ut si accurata sint ducenda corollaria ex observationibus, imprimis oporteat ut in his designentur altitudines locorum observationis supra maris libellam.

Praeterea etiam ratio habenda est variae vis calorem conducentis saxorum. Cujus reï egregie documentum invenimus in observationibus FOXII (2). Hic enim observavit thermometra deposita in venis metalliferis, plerumque ostendere

---

(1) *Poggendorf's Ann.* XXXV. pag. 211.

(2) *Diss.* pag. 36.

temperaturam 1° vel 2°8 majorem, quam ubi demissa essent in foraminibus in ipso saxo, praesertim in granito, caesis: venas stanni plerumque frigidiores esse venis cupri. Quod phaenomenon e varia vi calorem conducente horum metallorum explicandum esse, putat FOXIUS.

Caeterum de latitudine loci, num ad illam respiciendum sit, in investigandis temperaturis fodinarum, nondum inter se conveniunt viri docti. Si meam sententiam quis rogarit, illud ex observationibus mihi nondum liquere, responderem: itaque hoc, antequam ulterius demonstratum sit, affirmare non ausim.

Expositis omnibus his causis, quae temperaturam fodinarum turbare solent, jam patebit inprimis illis observationibus fidem tribuendam esse, quibus vim harum causarum, prouti res sinebat, vitare studuerunt observatores. Ad has pertinent praeter observationes temperaturae magnarum illarum aquae copiarum, de de quibus supra vidimus, observationes TREBRAE factae in fodinis Fribergensibus; ad quas instituendas usus est thermometris depositis, non in aëre libero cuniculorum aut puteï, neque in aquarum lacunis in iis obviis, sed in excavationibus in ipso saxo factis, vitro obturatis atque remotis ab operibus diurnis, in locis denique ubi fere nullus aëris circuïtus nec lampades aut alia lumina ullam vim exercere poterant. In illis locis thermometra ostenderunt per duos fere annos constantem temperaturam, quod est egregium argumentum causas turbantes variabiles, ibi nullam vim in temperaturam saxi exercuisse. Huc etiam pertinet observatio FOXII, in fodina *Dolcoath* (1) ubi thermometrum fere unius metri altitudine in saxo ipso depositum atque per 18 menses relictum fuit. Hoc thermometrum etiam constantem per omne illud tempus indicavit temperaturam. Illis

(1) *Diss.* pag. 38.

observationibus etiam annumerandae sunt, quae institutae fuerunt a CORDIERO, REICHIO nec non BORUSSICAE. In illis enim omnibus thermometra demissa fuerunt in foraminibus in ipso saxo confectis. BORUSSICIS autem et inprimis REICHII observationibus propterea magna fides tribuenda est, quia per satis longum tempus perductae fuerunt. Quum tamen nec hae, caeteroquin prae aliis citandae observationes, ubivis idem caloris incrementum indicent, hinc sequitur in omnibus observationibus adhuc multa latere, quae certum ac mathematicum indicare temperaturae infra superficiem telluris incrementum, hucusque prohibeant.

Si quis tamen putet calorem fodinarum omnem e praesentia operariorum, caet. explicari posse, is, quaeso, inspiciat observationes temperaturae aquarum e fontibus foratis profluentium. Quid enim magis perspicuum argumentum dari possit caloris stratorum inferiorum? in illorum enim aquam non vim exercent neque praesentia operariorum aut luminum, neque explosiones per pulverem nitratum, neque ictus et frictiones. In corollariis ex harum aquarum temperatura ducendis, tamen hoc monendum est: altitudinem puteï non semper indicare profunditatem receptaculi unde aqua profluat, ut egregie monuit BISCHOFIUS (1). Nam aqua per puteum aliquot metrorum, effluens, ducit saepe originem e receptaculo multo profundius jacente, unde saepe fit ut indicet temperaturam nimis auctam pro altitudine puteï. Quod tamen non pertinet ad observationes, quales institutae sint a FLEURIAU DE BELLEVUE et DE LA RIVE ET MARCET, ita ut his omnino fides tribuenda sit, atque hae, uti idem BISCHOFIUS animadvertit, tamquam normae talium observationum haberi possunt.

Hisce itaque expositis, sequentia concludere possumus:

---

(1) *Poggend. Ann.* XXXV. pag. 217.

1°. Observationes supra expositas atque institutas et in fodinis et in puteis foratis, indicare incrementum temperaturae infra telluris superficiem.

2°. Variarum observationum autem eventus, adeo inter se discrepare ut certam incrementi legem pro unaquaque regione nondum statuere possimus.

3°. Eventus hos pendere a multis coëfficientibus, quos rite determinare magni foret pretii.

4°. At vero in genere hoc incrementum majus esse in regionibus planis et in vallibus, quam in montibus.

Jam vero, quum satis pateat e fere omnibus observationibus temperaturam infra telluris superficiem augeri, nova quaestio adeunda est: »quaenam sit causa »hujus incrementi." Hanc quaestionem non paucis argumentis ad liquidum perduci posse, quis non vidit? Hanc materiem singulari libello pertractare, quae sit quasi secunda hujus speciminis pars in animo est. Malo enim hic finem imponere dissertationi, quam imperfecto atque indigesto operi, insuper imperfectius quid addere atque magis indigestum.

TANTUM.

QUAESTIONES.

I.

Temperatura infra terrae superficiem crescens, sola ac per se non probat tellurem nostram olim incanduisse.

II.

Tellurem nostram initio liquidam fuisse illius forma indicare videtur.

III.

Lithantraces quibuscumque demum in telluris regionibus inveniantur, et originis sunt vegetabiles, et vegetabilia, quorum reliquiae in iis inveniuntur, omnia dum vivebant, tropicum clima habitaverunt.

IV.

Conchylia marina fossilia, quae diversis in regionibus magna copia in montibus ad altitudinem aliquot millenorum metrorum observantur, sola non sufficiunt ad probandum, maris libellam olim fuisse elevatam.

V.

Saxa primitiva, quae dicuntur, qualia nunc diversis in locis nuda in telluris superficiem conspiciuntur, tantum non semper per vim, ab inferiori sursum agentem, fuerunt in altum elevata.

VI.

Observationes temperaturae aquae admodum frigidae in inferioribus lacuum mariumque partibus, non oppugnant augescenti cum profunditate fodinarum temperaturae.

VII.

Negamus atmosphaeram Lunae.

VIII.

Astronomiam promovent tria: observatorum assiduitas, artificum dexteritas, principum liberalitas. His deficientibus inculta jacet disciplina.

IX.

Omnis geometrica disciplina superstructa est notionibus distantiae et directionis.

X.

De signis Mathematicis egregie valet cl. SCHRÖDER effatum: » Sermo ille excellit et bre-
» vitate et ratione certa, ad rem accommodata, omnem ambiguitatem tollente; ex quo
» fit ut memoriae, imaginationis atque intelligentiae actionibus utiliter inserviat."

XI.

Princeps Mauritius Aurasiacus egregie suo docuit exemplo, quantum mathematica studia imperanti prosint.

XII.

Merito tribuitur Hugenio nostro inventio horologiorum pendulo instructorum.

AAN MIJNEN VRIEND

A. VROLIK,

BIJ ZIJNE BEVORDERING

TOT

Doctor in de Wis- en Natuurkundige Wetenschappen.

Mij klopt het hart, mij bruischt het bloed,
Met hooger kracht, met feller gloed,
Zoo dikwerf ik den vegen tred,
Nog eens op Utrechts bodem zet;
Terwijl me een traan in de oogen welt,
Die me uit den vollen boezem zwelt,
Zoo vaak mijn voet dat erf betreedt,
Waar mij de broeder welkom heet,
Die eens met mij, in vroeg'ren tijd,
Der wetenschappen toegewijd,
Daar, op dien onvergeetb'ren grond,
Een nooit verwrikb'ren steun voor 't volgend leven vond.

Gij, Vriend! die op dat erf U lauw'ren hebt vergaderd
Als 't loon voor noeste vlijt, zoo schoon als schaars geplukt.
Het scheiden valt u zwaar, hoe meer het tijdstip nadert
Dat ras U uit den kring der Muzenzonen rukt.

Ook Gij zult vaak, als ik, dien broederband herdenken,
En voelen wat het zegt, wanneer Ge aan Amstels boord
Vergeefs den tijd herroept, die zoo veel vreugd kon schenken
Terwijl G'een stille zucht in Uwen boezem smoort.

Maar als Ge in later tijd, dien grond weer zult betreden
Dan is 't een bedevaart; zoo troostrijk voor 't gemoed,
Dan, Vriend! herleeft de geest, in 't zaligend verleden,
Dan is dat wederzien ons meer dan hemelzoet.

Dan voelen we ons gesterkt, wat rampen ons ook treffen,
Als bulderend de storm ons om den schedel loeit,
Om 't wiss'lend lot ten spijt, het hoofd omhoog te heffen
Den broederband getrouw, die ons aan Utrecht boeit.

Ex Tempore
31 Mei 1836.

J. H. BURLAGE.